

## HTR-Betonversuche

- Hochtemperaturkriechversuche -

## Abschlußbericht

erstattet von

Dr.-Ing. U. Diederichs

Sehr geehrte Damen und Herren,  
Ich habe den Auftrag erhalten, den  
Abschlußbericht der Hochtemperaturkriechversuche  
an Beton im Auftrag der HTR-Reaktorbau GmbH  
zu erstellen. Ich bitte Sie, mir  
die notwendigen Unterlagen zu  
übermitteln.

Juni 1986

Untersuchung im Auftrage der Hochtemperatur-Reaktorbau GmbH, Mannheim

Bestellung: 649.513.1001.09090.30/200 vom 03.02.1984.



## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Allgemeines . . . . .	3
2. Aufgabenstellung . . . . .	3
3. Experimentelles . . . . .	5
3.1 Probekörperherstellung . . . . .	5
3.2 Versuchsdurchführung . . . . .	9
4. Versuchsergebnisse . . . . .	11
4.1 Zeitabhängige Verformungen bei Raumtemperatur . . . . .	11
4.2 Gesamtverformungen während der Temperierung . . . . .	12
4.3 Thermische Ausdehnung . . . . .	15
4.4 Instationäres Kriechen während der Aufheizung . . . . .	17
4.5 Instationäres Kriechen während der Abkühlung . . . . .	18
4.6 Stationäres Kriechen bei erhöhten Temperaturen . . . . .	18
4.7 Festigkeit und Elastizität nach Wiederabkühlung . . . . .	19
5. Zusammenfassung . . . . .	21
6. Schrifttum . . . . .	25
7. Anhang . . . . .	26
7.1 Diagramme und Tabellen . . . . .	26
7.2 Versuchsprotokolle . . . . .	54

## 1. Allgemeines

Mit Schreiben vom 03.02.1984 beauftragte die Firma Hochtemperatur-Reaktor-bau GmbH, Mannheim, das Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig mit der Durchführung von Hochtemperaturkriechversuchen an Basalt- und Rheinkiesbeton nach vorgegebener Zusammensetzung (HRB-Spezifikation: PNP - 5131 - CB - GHRA 000 752 vom 29.12.1983).

Nach Abschluß der Versuche wurden der Auftraggeberin im November 1985 die wichtigsten Ergebnisse in einem kurzen Zwischenbericht /1/ mitgeteilt. Im vorliegenden Abschlußbericht sind alle Versuchsergebnisse zusammengefaßt. Vorangestellt sind dem Bericht die Aufgabenstellung und Angaben über die Durchführung der Versuche.

## 2. Aufgabenstellung

Ziel der Hochtemperaturkriechversuche, die gemäß der obengenannten Bestellung des dazugehörigen Angebots Nr. 182/Di/Schr vom 10.05.1983 des Instituts für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig und der HRB-Spezifikation PNP - 5131 - CB - GHRA - 000 752 vom 29.12.1983 mit unversiegelten HTR-Betonprobekörpern durchzuführen waren, ist es, neben dem Langzeitkriechverhalten bei bestimmungsgemäßem Betrieb auch Aussagen über das Kurzzeitkriechverhalten bis 300 °C entsprechend einem Störfall zu gewinnen.

Die Versuche sollten mit Zylindern mit einem Durchmesser von 15 cm und einer Länge von 30 cm durchgeführt werden, um zu gewährleisten, daß die Versuchsergebnisse mit den Lausanner Langzeitkriechversuchen verglichen werden können.

Die Versuchsdurchführung orientiert sich nur hinsichtlich der Temperaturniveaus an den im Störfall zu erwartenden Verhältnissen, denn aufgrund des sehr engen Finanzrahmens konnten nur Kriechversuche mit unversiegelten Proben und nur eine feste Kriechspannung (15 N/mm<sup>2</sup>) in das Programm einbezogen werden, während Untersuchungen des Kriechverhaltens bei unterschiedlichen Spannungsniveaus und Feuchteverhältnissen unberücksichtigt bleiben mußten.



Es waren entsprechend der nachfolgenden Skizze (Bild 1) drei verschiedene Versuchsabläufe zu realisieren, bei denen die 20 °C- und 120 °C-Stufen Anschlußwerte an die Ergebnisse aus Lausanne liefern.

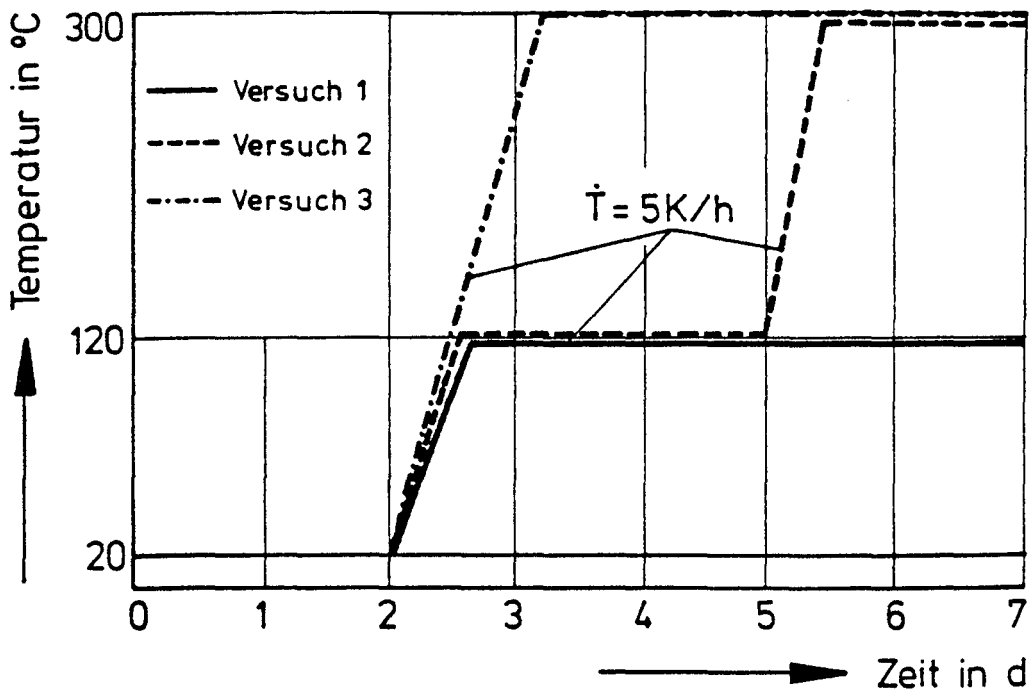


Bild 1: Versuchsablaufplan

Entsprechend dem Versuchsablaufplan dauert jeder Versuch sieben Tage. Bei drei verschiedenen Versuchen und dreifacher Versuchswiederholung waren je Betonserie 9 Probekörper zu testen. Zum Versuchsbeginn und am Versuchsende sollte der Elastizitätsmodul als Sekantenmodul ermittelt werden. Die Untersuchungen waren mit der Bestimmung der Restfestigkeit zu beenden.

### 3. Experimentelles

#### 3.1 Probekörperherstellung

Die Herstellung der Probekörper für die Hochtemperaturkriechversuche erfolgte am 05.02.1985 (Basaltbeton) und am 01.04.1985 (Rheinkiesbeton). Dabei wurden jeweils 12 Zylinder ( $\emptyset$  15 cm,  $l$  = 30 cm - drei für die Güteprüfungen und neun für die Kriechversuche), 12 Gütewürfel (15/15/15 cm<sup>3</sup>) sowie 12 Würfel (20/20/20 cm<sup>3</sup>) und 20 cm-Zylinder ( $\emptyset$  8 cm,  $l$  = 30 cm), die als Reservekörper für die Biaxialversuche und für die Dauerstandsversuche geplant waren, betoniert. Die einzelnen Betoniertermine sowie die Bezeichnungen der Probekörper sind in der nachfolgenden Tabelle 1 zusammengestellt. Daneben enthält die Tabelle noch die entsprechenden Daten von Probekörpern, die ebenfalls für die Hochtemperaturkriechversuche eingesetzt wurden, jedoch aus früher betonierten Serien entstammten. Über die Herstellung dieser letztgenannten Betonserien wurde bereits in /2/ und /3/ ausführlich berichtet.

Das Betonieren der Serien 19/85 (Basaltbeton) und 38/85 (Rheinkiesbeton) erfolgte in gleicher Weise wie bei den vorangegangenen Serien. Je Betoniertermin wurde in einem Zwangsmischer mit 350 m<sup>3</sup> Nenninhalt eine Mischung mit ca. 250 dm<sup>3</sup> Frischbeton hergestellt. Die Kies- und Basaltzuschläge des Basaltbetons waren getrocknet; der Sand wurde, wie angeliefert, feucht zugegeben.

Beim Rheinkiesbeton wurde der Sand (0/2 mm) getrocknet und der Rheinkieszuschlag - wie angeliefert - feucht zugegeben.

Die Mischzeit betrug jeweils drei Minuten. Der Verzögerer wurde mit dem Zugabewasser zugegeben. Nach der Fließmittelzugabe wurde der Beton weitere drei Minuten gemischt. Je Mischung wurde vor Fließmittelzugabe das Ausbreitmaß und nach der Fließmittelzugabe das Ausbreitmaß, das Verdichtungsmaß, die Rohdichte und der LP-Gehalt gemessen.

Tabelle 1: Betoniertermine und Bezeichnung von Probekörpern, die für die Hochtemperaturkriechversuche verwendet wurden

Herstellungsdatum/ Beton-Nr.	Probenbezeichnung	Probenanzahl und -art
05.02.1985 Nr. 19/85 (Basaltbeton)	A 201 - A 212 A 221 - A 240 AW 201 - AW 212 AW 213 - AW 224	12 Zylinder $\emptyset$ 15 cm, l = 30 cm 20 Zylinder $\emptyset$ 8 cm, l = 30 cm 12 Würfel 15/15/15 cm <sup>3</sup> 12 Würfel 20/20/20 cm <sup>3</sup>
01.04.1985 Nr. 38/85 (Rheinkiesbeton)	R 201 - R 212 R 221 - R 240 RW 201 - RW 212 RW 213 - RW 224	12 Zylinder $\emptyset$ 15 cm, l = 30 cm 20 Zylinder $\emptyset$ 8 cm, l = 30 cm 12 Würfel 15/15/15 cm <sup>3</sup> 12 Würfel 20/20/20 cm <sup>3</sup>
17.01.1984 Nr. 8/84 (Basaltbeton)	A 1 - A 34 AW 1 - AW 12	34 Zylinder $\emptyset$ 15 cm, l = 30 cm 12 Würfel 15/15/15 cm <sup>3</sup>
02.02.1984 Nr. 19/84 (Basaltbeton)	A 35 - A 68 AW 13 - AW 24	34 Zylinder $\emptyset$ 15 cm, l = 30 cm 12 Würfel 15/15/15 cm <sup>3</sup>
06.02.1984 Nr. 20/84 (Basaltbeton)	A 69 - A 102 AW 25 - AW 36	34 Zylinder $\emptyset$ 15 cm, l = 30 cm 12 Würfel 15/15/15 cm <sup>3</sup>
15.03.1984 Nr. 46/84 (Basaltbeton)	A 301 - A 336 A 341 - A 348 AW 301 - AW 312	36 Zylinder $\emptyset$ 8 cm, l = 30 cm 8 Zylinder $\emptyset$ 15 cm, l = 30 cm 12 Würfel 15/15/15 cm <sup>3</sup>
23.08.1984 Nr. 134/84 (Rheinkiesbeton)	R 1 - R 34 RW 1 - RW 12	34 Zylinder $\emptyset$ 15 cm, l = 30 cm 12 Würfel 15/15/15 cm <sup>3</sup>
22.10.1984 Nr. 164/84 (Rheinkiesbeton)	R 301 - R 336 R 341 - R 348 RW 301 - RW 312 RW 313 - RW 317	36 Zylinder $\emptyset$ 8 cm, l = 30 cm 8 Zylinder $\emptyset$ 15 cm, l = 30 cm 12 Würfel 15/15/15 cm <sup>3</sup> 5 Würfel 20/20/20 cm <sup>3</sup>

Die Würfel und die zylindrischen Probekörper ( $\emptyset$  15 cm, l = 30 cm) wurden in handelsüblichen Kunststoffformen betoniert. Für die Zylinder ( $\emptyset$  8 cm, l = 30 cm) fanden dichte Stahlschalungen Verwendung und für die 20er Würfel handelsübliche zerlegbare Stahlschalungen. Die Verdichtung erfolgte in allen Fällen auf einem Rütteltisch. Die Verdichtungszeit betrug jeweils 60 Sekunden.

Die ermittelten Frischbetonkennwerte sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Weitere Einzelheiten sind den Betonierprotokollen zu entnehmen, die als Anlage beigelegt sind.

Tabelle 2: Frischbetonkennwerte des Basalt- und des Rheinkiesbetons  
(Betonier-Nr.: 19/85 bzw. 38/85)

Herstellungsdatum/ Beton-Nr.	Ausgangs- beton	Beton mit Fließmittel			
	Ausbreit- maß [cm]	Ausbreit- maß [cm]	Verdichtungs- maß	Luftporen- gehalt [Vol.-%]	Rohdichte [kg/dm³]
05.12.1985 Nr. 18/95 (Basaltbeton)	28,5	36,0	1,07	1,25	2,52
01.04.1985 Nr. 38/95 (Rheinkiesbeton)	26,5	35,8	1,04	1,40	2,40

Beim Basaltbeton wurde das lt. Spezifikation vorgegebene Ausbreitmaß des Ausgangsbetons von 32/34 cm (ohne Betonverflüssiger) mit einem W/Z-Wert von 0,45 nicht ganz erreicht. Durch Zugabe des vorgeschriebenen Betonverflüssigers von 1,2 % v.Z.G. erhöhte sich das Ausbreitmaß auf 36 cm. Der Beton ließ sich jedoch sehr gut verarbeiten.

Beim Rheinkiesbeton lag das Ausbreitmaß des Ausgangsbetons mit einem W/Z-Wert von 0,42 innerhalb der vorgegebenen Grenzen (25/28 cm). Nach der Zugabe des Betonverflüssigers (1,2 % v.Z.G.) entstand ebenfalls ein gut verarbeitbarer Beton. Das Ausbreitmaß fiel jedoch auch bei diesem Beton etwas zu gering aus.

Die Pumpbarkeit der beiden Betonchargen wurde nach Augenschein durch einen baustellenerfahrenen Praktiker mit dem Ergebnis "pumpbar bis gut pumpbar" beurteilt.

Alle Proben wurden nach dem Betonieren bis zum Ausschalen (nach einem Tag) feucht gehalten und nach dem Ausschalen bis zum Alter von 90 Tagen bzw. bis unmittelbar vor der Versuchsdurchführung unter Wasser gelagert.

Die ursprünglich 300 mm hohen Zylinder ( $\varnothing$  8 cm) wurden mit einer Diamantsäge an der Betonieroberseite naß auf 24,5 cm abgelängt. Anschließend wurde die gesägte Stirnseite auf einer Schleifmaschine mit diamantbesetzter Topfscheibe naß plan geschliffen. Die Zylinder mit Durchmesser 15 cm wurden nur an der Betonieroberseite naß plangeschliffen.

Tabelle 3: Festbetonkennwerte des Basalt- und des Rheinkiesbetons

Probekörper Nr.	Probenart/ Probenalter	Festigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]	E-Modul [kN/mm <sup>2</sup> ]	Rohdichte [kg/dm <sup>3</sup> ]
AW 201 AW 202 AW 203	Würfel 7 d	41 41 44	- - -	2,54 2,53 2,54
		$\bar{x} = 42$	-	2,54
AW 204 AW 205 AW 206	Würfel 28 d	67 69 60	- - -	2,54 2,54 2,54
		$\bar{x} = 66$	-	2,54
AW 207 AW 208 AW 209	Würfel 90 d	82 77 76	- - -	2,54 2,55 2,54
		$\bar{x} = 78$	-	2,54
AW 210 AW 211 AW 212	Würfel 360 d	83 79 83	- - -	2,52 2,51 2,53
		$\bar{x} = 82$	-	2,52
A 201 A 202 A 203	Zylinder 90 d	77 76 75	44,3 46,6 43,9	2,55 2,54 2,53
		$\bar{x} = 76$	45,0	2,54
RW 201 RW 202 RW 203	Würfel 8 d	46 47 47	- - -	2,40 2,41 2,41
		$\bar{x} = 47$	-	2,41
RW 204 RW 205 RW 206	Würfel 28 d	64 64 61	- - -	2,42 2,41 2,42
		$\bar{x} = 63$	-	2,42
RW 207 RW 208 RW 209	Würfel 90 d	70 66 71	- - -	2,39 2,39 2,42
		$\bar{x} = 69$	-	2,39
RW 210 RW 211 RW 212	Würfel 360 d	74 77 75	- - -	2,40 2,40 2,41
		$\bar{x} = 75$	-	2,40
R 206 R 208 R 210	Zylinder 171 d	68 68 66	35,4 33,3 32,4	2,42 2,41 2,40
		$\bar{x} = 67$	33,7	2,41

Die Güteprüfungen an den Würfeln mit 15 cm Kantenlänge erfolgten im Alter von 7, 28 und 90 Tagen (vgl. Tabelle 3), dabei sollten, bezogen auf den Würfel mit 20 cm Kantenlänge, nach 7 Tagen Festigkeiten von mindestens 48 N/mm<sup>2</sup> erreicht werden. Falls dies nicht der Fall sein sollte, sollte nach 14 Tagen eine Festigkeit von mindestens 55 N/mm<sup>2</sup> nachgewiesen werden.

Sowohl der Basaltbeton als auch der Rheinkiesbeton erreichten die angestrebten 7-Tage-Festigkeiten nicht. Aufgrund der Erfahrungen mit den früher betonierten Serien (vgl. /2/ und /3/) wurde jedoch auf die Prüfung im Betonalter von 14 Tagen verzichtet und das Ergebnis der 28-Tage-Prüfung abgewartet. Hier zeigten alle Proben die geforderten Festigkeiten.

Sowohl die Zylinder als auch die Würfel erreichten bei den Güteprüfungen nach 90 Tagen die geforderten Festigkeiten. Bei beiden Betonserien wurden Festigkeits-, E-Modul- und Rohdichtewerte gemessen, die in sehr guter Übereinstimmung mit den vorher betonierten Serien liegen (vgl. /2/ und /3/).

Zusätzlich wurden noch Würfel im Betonalter von einem Jahr geprüft. Die Versuchsergebnisse zeigen, daß auch noch nach 90tägiger Hydratation mit einem weiteren Anstieg der Betonfestigkeit zu rechnen ist.

### 3.2 Versuchsdurchführung

Für die Durchführung der Versuche stand im Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz ein servohydraulischer Hochtemperaturprüfstand zur Verfügung (vgl. Bild 2 und 3). An dem Versuchsstand waren vor Versuchsbeginn kleine Umbauten und Ergänzungen erforderlich.

Die Prüfmaschine besteht aus einem stabilen Rahmen, der zusammen mit dem servohydraulisch geregelten Zylinder für maximale Prüfkräfte von 1000 kN ausgelegt ist. Die Kraftmessung erfolgt mit Hilfe einer Ringtorsionskraftmeßdose (Nennkraft 1000 kN, Gesamtfehler bezogen auf die Nennkraft  $\leq \pm 0,02 \%$ ; genauer als Güteklasse I nach DIN 51 220).

Die Verformungen werden jeweils mit Hilfe von zwei Dilatometern (bestehend aus einer temperaturbeständigen Klemmvorrichtung, zwei Zerodurstäben, einem Parallelenkersystem und einem induktiven Wegaufnehmer mit angeschlossenem Trägerfrequenzmeßverstärker) gemessen. Die Meßstrecke liegt symmetrisch zur Probekörpermitte und hat eine Länge von 200 mm. Die Meßergebnisse sind somit frei von Randeinflüssen.

Die Beheizung der Proben erfolgt über einen elektronisch geregelten 3-Zonen-Kammerofen. Die Temperaturen wurden jeweils auf den Mantelflächen der Proben im Abstand von ca. 3 cm von den oberen bzw. unteren Probenstirnflächen und in der Mitte mit Eisen-Konstantan-Thermoelementen (nach DIN 43 710) gemessen und mit Hilfe eines Kompensationsschreibers aufgezeichnet. Alle Proben konnten während der Versuche frei austrocknen (unversiegelte Versuche).

Die Versuchsdurchführung zur Ermittlung des Hochtemperaturkriechens ist schematisch in Bild 4 dargestellt. Zum Zeitpunkt  $t = 0$  waren die Proben unter einer geringen Belastung in die Prüfmaschine eingebaut. Danach werden die Proben zunächst dreimal mit  $15 \text{ N/mm}^2$  zur Bestimmung des E-Moduls bei  $20 \text{ °C}$  belastet. Anschließend erfolgt wieder eine Belastung auf  $15 \text{ N/mm}^2$ . Diese Belastung wird dann konstant gehalten, und die Kriechverformungen werden bei Raumtemperatur zwei Tage lang gemessen.

Danach erfolgte unter Aufrechterhaltung der Last die Aufheizung auf  $120 \text{ °C}$  (Versuch 1 und Versuch 2 entsprechend Bild 1) bzw.  $300 \text{ °C}$  (Versuch 3 entsprechend Bild 1) mit  $5 \text{ K/h}$ . Bei den Versuchen 1 und 3 wurden die Temperaturen und die mechanische Belastung fünf Tage lang konstant gehalten. Bei dem Versuch 2 erfolgte nach einer Standzeit von 56 h bei  $120 \text{ °C}$  nochmals gemäß Bild 1 eine Aufheizung mit  $5 \text{ K/h}$  auf  $300 \text{ °C}$ , an die noch eine Haltezeit von ca. 32 h angeschlossen war.

Im Anschluß daran wurde der E-Modul durch dreimaliges Ent- und Belasten bestimmt ( $t_3 \dots t_4$  in Bild 4). Nach einer Homogenisierungszeit von 2 h ( $t_4 \dots t_5$ ) wurden die Proben dann mit einer Abkühlgeschwindigkeit  $\leq 5 \text{ K/h}$  unter Belastung mit  $15 \text{ N/mm}^2$  auf Raumtemperatur abgekühlt ( $t_5 \dots t_6$ ).

Schließlich wurden die Proben aus dem Hochtemperaturprüfstand ausgebaut und in gleicher Weise wie bei den Dauertemperaturversuchen die Festigkeiten und E-Moduln mit Hilfe einer Würfelpresse ermittelt /4/. Außerdem wurde der Gewichtsverlust durch Wägen der Proben vor und nach der Temperierung bestimmt.

Ergänzend zum auftragsgemäßen Versuchsablauf wurden die Verformungen bei Abkühlung (unter Belastung) gemessen. Außerdem wurden zusätzlich aus jeweils vier Proben einer Betonart Versuche zur Bestimmung der thermischen Dehnung (gleichartige Probekörper und gleichartige thermische Randbedingungen wie bei den Kriechversuchen) durchgeführt.

Die Kosten für diese Zusatzuntersuchungen wurden vom Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz getragen.

#### 4. Versuchsergebnisse

##### 4.1 Zeitabhängige Verformungen bei Raumtemperatur

Die zeitabhängigen Verformungen bei Raumtemperatur werden hauptsächlich durch Kriechen infolge der angelegten Spannung von  $15 \text{ N/mm}^2$  hervorgerufen. Den Kriechverformungen sind jedoch auch Schwindverformungen überlagert, denn die Proben wurden erst kurz vor dem Versuchsbeginn dem Wasserlagerungsbecken entnommen und konnten während der Versuchsdurchführung bei einer Umgebungstemperatur und -feuchte von ca.  $20^\circ\text{C}$  und 60 % r.F. frei austrocknen. In den Bildern 5 und 6 sind die zeitabhängigen Verformungen daher nur als "Stauchungen" bezeichnet. Die elastischen Anfangsverformungen wurden von den Gesamtverformungen abgezogen, so daß die Kurven im Koordinatenursprung beginnen.

Die überlagerten Kriech- und Schwindverformungen zeigen sowohl beim Basaltbeton (vgl. Bild 5) als auch beim Rheinkiesbeton vergleichsweise große Ergebnisstreuung. Ursache dafür ist u. a., daß das Auflösungsvermögen des Verformungsmeßsystems auf die wesentlich größeren Verformungen, die im Verlaufe der Temperierung erwartet wurden, abgestimmt war. Da das Labor nicht klima-



tisiert war, könnten auch kleine Temperaturänderungen im Raum größere Verformungsänderungen hervorgerufen haben, denn eine Raumtemperaturänderung von  $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  würde bereits eine Längenänderung der Proben von  $\pm 0,02\text{ }\%$  hervorrufen. Dieser Wert entspricht bereits einem Viertel bis einem Sechstel der gesamten mittleren Kriechverformungen, die nach zwei Tagen aufgetreten sind.

In den ersten 48 Stunden scheinen die Kriech- und Schwindverformungen der beiden Betone im Mittel noch nahezu linear mit der Zeit anzusteigen. Aus den Bildern 5 und 6 ist auch zu entnehmen, daß der Rheinkiesbeton aufgrund seiner geringeren Festigkeit im allgemeinen auch höhere Kriech- und Schwindverformungen aufweist als der Basaltbeton.

#### 4.2 Gesamtverformungen während der Temperierung

Die gemessenen Gesamtverformungen während der Temperierung der Proben entsprechend den Versuchsarten 1, 2 und 3 (vgl. Bild 1) sind in den Bildern 7 bis 12 zusammengestellt. Im oberen Teil der Bilder sind jeweils die mittleren, auf den Probenoberflächen gemessenen Temperaturen und im unteren Teil der Bilder die Gesamtverformungen über der Versuchsdauer dargestellt. Dabei sind zum Zeitpunkt  $t = 0$ , mit dem die Aufheizung beginnt, jeweils die Summen aus den elastischen Verformungen zum Belastungsbeginn und die Kriech- und Schwindverformungen bei Raumtemperatur aufgetragen. Die Gesamtverformung  $0\text{ }‰$  repräsentiert also die Ausgangslänge der Proben vor der ersten Belastung; alle Längenänderungen sind auf diesen Zustand bezogen.

Alle Proben, die entsprechend Versuchsart 1 auf  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  aufgeheizt worden waren, zeigten Versuchsdauern bis zu Versuchsdauern von ca. 12 bis 16 h Ausdehnungen, wobei die Ausgangslänge der unbelasteten Proben - mit Ausnahme von Probe A 25, die fehlerhaft zu schnell aufgeheizt wurde - jedoch nicht überschritten wurde (vgl. Bild 7 und 8). In allen Fällen erreichen die Proben jedoch das Ausdehnungsmaximum bei Temperaturen zwischen  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nach dem Überschreiten durch Temperaturen gehen die Ausdehnungen auch bei weiterer Temperaturerhöhung wieder zurück; zunächst recht langsam, jedoch nach dem Erreichen und Konstanthalten von  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  relativ rasch. Die Kriech-

geschwindigkeiten nehmen nach Erreichen des stationären Temperaturzustandes kontinuierlich mit der Temperierungsdauer ab. Die Verformungsverläufe der beiden Betone unterscheiden sich sowohl in der Aufheizphase als auch während der stationären Temperierung nur geringfügig. Sie sind im wesentlichen nur um die elastische Anfangsverformung und das Kriechen und Schwinden bei Raumtemperatur, die beim Rheinkiesbeton höher ausgefallen sind als beim Basaltbeton, verschoben.

Bei der Versuchsart 2 (vgl. Bild 9 und 10) stimmen die Verformungen, die im Verlauf der Aufheizung und Temperierung bei 120 °C gemessen wurden, im wesentlichen mit den Ergebnissen überein, die bei der Prüfung nach Versuchsart 1 erzielt wurden. Gewisse Unterschiede bei den Verformungen während der Aufheizphase ergeben sich aus leichten Unterschieden in den Temperaturverläufen.

Bei der Aufheizung von 120 °C auf 300 °C zeigen sich deutliche Dehnungsunterschiede zwischen dem Basaltbeton (Bild 9) und dem Rheinkiesbeton (Bild 10). Beim Basaltbeton dehnen sich die Proben infolge der Aufheizung nur für einen kurzen Zeitraum von ca. 8 h aus, der in etwa einer Temperaturerhöhung von 40 °C entspricht. Dann geht die Ausdehnung trotz weiterer Temperaturerhöhung wieder in eine Verkürzung der Proben über.

Beim Rheinkiesbeton werden - fast in der gesamten Aufheizphase - Ausdehnungen beobachtet. Erst kurz vor Erreichen von 300 °C stellen sich auch beim Rheinkiesbeton wieder Verkürzungen ein.

Während der anschließenden stationären Temperierung zeigen sowohl der Rheinkiesbeton als auch der Basaltbeton ein ausgeprägtes Kriechen, das beim Basaltbeton jedoch etwas höher ausfällt als beim Rheinkiesbeton.

Das unterschiedliche thermische Verhalten von Rheinkiesbeton und Basaltbeton tritt am deutlichsten bei den Proben hervor, die in einem Zug von 20 °C auf 300 °C aufgeheizt wurden (Versuchsart 3, vgl. Bild 11 und 12). Bis zu Versuchszeiten von etwa 24 Stunden (Probentemperaturen ca. 150 °C) stimmen die aufheizungsbedingten Verformungen bei beiden Betonen überein. Nach dem Überschreiten von 150 °C zeigt der Basaltbeton weiterhin eine starke Zunahme der Verkürzungen, während sich die Verkürzungen beim Rheinkiesbeton zunächst mit dem Temperaturanstieg verringern.

Im Anschluß an das Durchschreiten eines Minimums bei ca. 210 °C dehnt sich der Rheinkiesbeton sogar wieder aus.

Nach dem Erreichen von 300 °C zeigen dann sowohl der Rheinkiesbeton als auch der Basaltbeton wieder starke Verkürzungen infolge des stationären Kriechens, das beim Basaltbeton wiederum etwas stärker ausfällt als beim Rheinkiesbeton.

Bezogen auf die Ausgangslänge der unbelasteten Proben zeigen die bei max. 120 °C temperierten Rheinkiesbetonproben und die in einem Zuge auf 300 °C aufgeheizten Basaltbetonproben die stärksten Verkürzungen (ca. - 1,5 ‰). Durch das Zwischenschalten einer Haltezeit bei 120 °C fallen die Probenkörperverkürzungen sowohl beim Rheinkiesbeton als auch beim Basaltbeton um ca. 0,1 ‰ geringer aus als beim kontinuierlichen Aufheizen der Proben auf 300 °C.

Die Verformungen, die während der Abkühlung der belasteten Proben gemessen wurden, sind in den Bildern 13 und 14 zusammengestellt. Zum besseren Vergleich wurden dabei die Verformungen bei Beginn der Abkühlung gleich Null gesetzt und nur die Kontraktionen infolge der Temperaturerniedrigung aufgezeichnet; außerdem wurden die Meßwerte abweichend von den Bildern 7 bis über der Temperatur und nicht in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Durch diese Darstellung wurde es auch möglich, jeweils einen mittleren Verlauf der Kontraktionen anzugeben (durchgezogene Linien in den Bildern 13 und 14).

Man erkennt, daß sich die bis maximal 120 °C aufgeheizten Proben nahezu linear mit der Temperaturabnahme verkürzen. Die entsprechenden Dehnungskoeffizienten des Basalt- ( $\alpha_T = 11,0 \cdot 10^{-5}/K$ ) und des Rheinkiesbetons ( $\alpha_T = 11,2 \cdot 10^{-5}/K$ ) unterscheiden sich daher kaum.

Auch bei der Abkühlung des Basaltbetons von 300 °C auf Raumtemperatur verlaufen die Kontraktionen nahezu im gesamten Temperaturbereich linear mit der Temperaturerniedrigung ( $\alpha_T = 10,8 \cdot 10^{-5}/K$ ). Nur im Anfangsbereich der Kurven (300 °C ... 250 °C) zeigen die infolge des Aufbaus eines Temperaturgradienten (Probekörpermitte heißer als Oberfläche) eine leichte Krümmung.

Das gleiche Phänomen tritt im Anfangsbereich der Abkühlung (300 °C ... 250 °C) auch beim Rheinkiesbeton auf. Jedoch weist die Abkühlkurve aufgrund der stärkeren thermischen Dehnung bzw. Kontraktion der Rheinkieszuschläge /5/ auch im Temperaturbereich 120 °C bis 250 °C einen gekrümmten Verlauf auf. Gleichzeitig ist der Dehnungskoeffizient beim Rheinkiesbeton ( $\alpha_T = 12,1 \cdot 10^{-5}/K$ ) etwas höher als beim Basaltbeton.

#### 4.3 Thermische Ausdehnung

Die Bestimmung der thermischen Ausdehnung erfolgte ebenfalls an Zylindern mit Durchmesser 15 cm und einer Länge von 30 cm. Die Proben wurden mit einer geringen Last (ca. 0,3 N/mm<sup>2</sup>) eingebaut, dreimal bis 15 N/mm<sup>2</sup> zur Bestimmung des E-Moduls be- und entlastet und anschließend mit 5 K/h auf 120 °C (jeweils ein Probekörper pro Betonart) bzw. auf 300 °C (jeweils drei Proben pro Betonart) aufgeheizt. Nach Erreichen der maximalen Versuchstemperatur wurden die Proben dann ca. 20 h lang temperiert, bevor der E-Modul im heißen Zustand wiederum durch dreimaliges Be- und Entlasten bestimmt wurde. Nach einer kurzen Homogenisierungsdauer (ca. 2 h) erfolgte dann die Abkühlung der Proben im entlasteten Zustand. Anschließend wurden die Proben aus dem Hochtemperaturversuchsstand ausgebaut und in einer Würfelpresse (5.000 kN Schenck-Trebel-Prüfmaschine) der abschließenden E-Modul- und Festigkeitsprüfung unterzogen.

Die während der Aufheizung gemessenen Verformungen sind in den Bildern 15 und 16 zusammenfassend über der Temperatur dargestellt. Durch die einzelnen Meßpunkte wurden jeweils Mittelwertkurven gelegt.

Beim Basaltbeton fielen die Streuungen der Meßergebnisse sehr gering aus. Demgegenüber zeigten die einzelnen Rheinkiesbetonproben stärkere Abweichungen vom Mittelwert, insbesondere nach Überschreiten von 120 °C. Diese stärkeren Streuungen setzen bei den Temperaturen ein, bei denen der Rheinkieszuschlag einen progressiven Anstieg der thermischen Ausdehnung zeigt /5/. Da beim Zementstein bei der gleichen Temperatur ein starkes Schrumpfen einsetzt, ist gleichzeitig mit einer verstärkten Mikrorißbildung zu rechnen. Diese Mikrorißbildung ist jedoch ein Zufallsprozeß; insbesondere unterliegen

die Rohdichten und Rißweiten starken Variationen von Probe zu Probe und somit auch die gemessenen thermischen Ausdehnungen /6/. Beim Basaltbeton sind die Dehnungsdifferenzen zwischen Zuschlag und Zementstein kleiner. Damit fallen auch die Mikrorißbildungen geringer aus und - resultierend daraus - ergeben sich geringere Streuungen in den thermischen Ausdehnungen.

Vergleicht man die thermischen Ausdehnungen des Basaltbetons und des Rheinkiesbetons, so kann man feststellen, daß sich bis etwa 170 °C kaum Unterschiede bemerkbar machen. Im Temperaturbereich 20 °C bis etwa 100 °C zeigen beide Betone den stärksten Anstieg der Ausdehnungen. Ab 100 °C bis 180 °C verringert sich bei beiden Betonen der Anstieg der Ausdehnungen stark. Ursache dafür sind die ab 100 °C einsetzenden verstärkten Entwässerungsreaktionen. Dadurch schwindet der Zementstein so stark, daß die Ausdehnungen der Zuschläge fast kompensiert werden. Erst nachdem der größte Teil der Entwässerungsreaktionen abgeschlossen ist (ca. 170 °C bei der vorliegenden Betondichtigkeit und Probendimension), geht das starke Schwinden des Zementsteins zurück, und die Ausdehnungen der Grobzuschläge bestimmen zusammen mit der Mikrorißbildung weitgehend das Ausdehnungsverhalten. Daher dehnt sich auch der Rheinkiesbeton ab etwa 170 °C deutlich stärker aus als der Basaltbeton.

Während der 20stündigen Haltezeit treten nur sehr geringe Verkürzungen der Proben ein. Bei 120 °C liegen sie unabhängig von der Betonart bei ca. 0,05 ‰ und bei 300 °C bei ca. 0,1 ‰.

Die Verformungen, die während der Abkühlung gemessen wurden, sind in den Bildern 17 und 18 zusammengestellt. Man erkennt, daß die Proben, die von 120 °C abgekühlt wurden, nahezu linear mit der Temperaturerniedrigung verlaufen. Nur im Anfangsbereich - beim Einsetzen der Abkühlung - ergeben sich geringere Kontraktionen. Das liegt daran, daß sich beim Einsetzen der Abkühlung zunächst in den Proben ein Temperaturgradient (innen weißer als außen) aufbauen muß. Bei der Abkühlung von 300 °C ist ein ähnliches Verhalten zu beobachten.

Vergleicht man die Kontraktionen der unbelastet abgekühlten Proben mit denen der belastet aufgeheizten und abgekühlten Proben (vgl. Bild 13 und 14), so kann man feststellen, daß sich die einzelnen Werte kaum voneinander unterscheiden. Daraus läßt sich folgern, daß im Verlaufe der Abkühlung auf Kriechen zurückzuführende Verformungen fast zu vernachlässigen sind.

#### 4.4 Instationäres Kriechen während der Aufheizung

Zur Bestimmung des instationären Kriechens hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die während der Aufheizung gemessenen Gesamtverformungen der Proben zunächst über der Temperatur aufzutragen, da die instationären Verformungen im allgemeinen sehr viel stärker von der Temperatur abhängen als von der Zeit. Die Bilder 19 und 20 zeigen solche Auftragungen. Dabei wurden die Kriech- und Schwindverformungen bei Raumtemperatur und die elastischen Anfangsverformungen von den Gesamtverformungen abgezogen. Die in Bild 19 und 20 dargestellten Werte repräsentieren daher jeweils die Summe aus instationärem Kriechen und thermischer Ausdehnung. Diese Werte liegen sowohl beim Basaltbeton als auch beim Rheinkiesbeton in einem schmalen Band und lassen sich leicht durch eine Mittelwertkurve annähern.

Diese Mittelwertkurven sind für den Rheinkiesbeton und für den Basaltbeton in den Bildern 21 und 22 dargestellt. Außerdem enthalten die Bilder noch die entsprechenden Werte, die sich nach vorgeschalteter Haltezeit bei 120 °C (Versuchsart 2) während der Aufheizung von 120 °C auf 300 °C ergeben haben. Man erkennt, daß die Mittelwertkurve dieser Verformungen bei etwa 190 °C sowohl beim Basaltbeton als auch beim Rheinkiesbeton in die jungfräuliche Kurve einmündet, wenn man jeweils ein stationäres Kriechen von 0,66 ‰ bzw. 0,67 ‰ im Verlauf der Haltezeit bei 120 °C voraussetzt (Kriechverformungen in dieser Größenordnung wurden auch tatsächlich gemessen, vgl. Kap. 4.6). Man kann dieses Ergebnis so interpretieren, daß die thermisch-mechanische Vorgeschichte nach einer Temperaturerhöhung um 80 °C (von 120 °C auf 200 °C) kaum noch eine Rolle für das weitere Verhalten der Betone spielt.

Zur Bestimmung des instationären Kriechens müssen von den Mittelwertkurven in Bild 21 bzw. 22 die entsprechenden thermischen Ausdehnungen subtrahiert werden. Die Ergebnisse sind in Bild 23 angegeben. Dargestellt sind jedoch die auf die Kriechspannung 15 N/mm<sup>2</sup> bezogenen instationären Kriechverformungen. Man erkennt, daß sich die Kriechverformungen des Basaltbetons nur geringfügig von den Kriechverformungen des Rheinkiesbetons unterscheiden. Die Differenzen zwischen den beiden Kriechfunktionen liegen im allgemeinen innerhalb der Streubreite der Versuchsergebnisse.

Bis zu Temperaturen von etwa 40 °C treten nahezu keine Kriechverformungen auf. Dann steigen die Kriechverformungen bis etwa 70 °C progressiv mit der Temperatur an. Nach dem Überschreiten von 70 °C nehmen die Kriechverformungen dann linear mit der Temperatur zu.

Aus den Ergebnissen kann gefolgert werden, daß die Unterschiede im Verformungsverhalten der beiden Betone bei Aufheizungen auf die Störfalltemperaturen im wesentlichen nur von den unterschiedlichen E-Moduln und den unterschiedlichen thermischen Dehnungen herrühren. Daher dürften auch die Zwangskräfte bei Aufheizung unter vollständiger Dehnbehinderung im unteren Temperaturbereich (60 °C ... 80 °C) beim Basaltbeton etwas höher ausfallen als beim Rheinkiesbeton, während im Bereich höherer Temperaturen (200 °C ... 300 °C) beim Rheinkiesbeton höhere Zwangskräfte zu erwarten sind als beim Basaltbeton.

#### 4.5 Instationäres Kriechen während der Abkühlung

Aus umfangreichen Untersuchungen des mechanischen Verhaltens von Beton ist bekannt /7/, daß die instationären Kriechverformungen während der Abkühlung im allgemeinen eine Größenordnung geringer ausfallen als die instationären Kriechverformungen während der Aufheizung. Der Vergleich der Ergebnisse aus den Messungen der thermischen Dehnungen während der Abkühlung mit den Abkühlkurven der belastet aufgeheizten Proben hatte ergeben, daß das instationäre Kriechen während der Abkühlung auch bei den HTR-Betonen sehr gering ausfällt. Unterschiede zwischen den belastet und den unbelastet abgekühlten Proben lagen sowohl beim Rheinkiesbeton als auch beim Basaltbeton innerhalb der Streubreite der Meßergebnisse. Für eine genauere Analyse dieses Verformungsanteils wäre die Durchführung weiterer Versuche notwendig, um eine breitere Basis an Daten zur Verfügung zu haben.

#### 4.6 Stationäres Kriechen bei erhöhten Temperaturen

Aus den Gesamtverformungen, die in den Bildern 7 bis 12 angegeben sind, wurden die Kriechverformungen bei erhöhten stationären Temperaturen extrahiert, um diese Verformungsanteile übersichtlicher analysieren zu können. In den Bildern 24 und 25 sind die Kriechverformungen, die sich bei 120 °C-Tem-

perierung einstellen, für den Basaltbeton bzw. für den Rheinkiesbeton angegeben. Die Kriechverformungen des Basaltbetons bzw. Rheinkiesbetons bei 300 °C enthalten die Bilder 26 und 27.

In den Bildern wurden jeweils die Verformungen, die bis zum Erreichen der Temperaturgleichgewichte (120 °C bzw. 300 °C) auftraten, gleich Null gesetzt. Gleichzeitig wurde nun mit der Zeitzählung ab diesem Punkt ( $t = 0$ ) begonnen.

Die Kriechverformungen der mit 120 °C belasteten Proben nehmen in etwa bei beiden Betonen exponentiell mit der Temperierungsdauer ab, wobei die Kriechgeschwindigkeit sowohl bei Rheinkiesbeton als auch bei Basaltbeton jeweils nach 16 Stunden auf ca. die Hälfte absinkt. Auch zeigen beide Betone nach 104 h im Mittel die gleichen Kriechverformungen von ca. 0,9 ‰; d.h. die beiden Betone unterscheiden sich hinsichtlich ihres Kriechverhaltens bei 120 °C kaum. Größere Unterschiede ergaben sich jedoch bei beiden Betonen bei 300 °C. Bei beiden Betonen nehmen die Kriechgeschwindigkeiten zwar näherungsweise exponentiell mit der Zeit ab, der Basaltbeton jedoch zeigt eine höhere anfängliche Kriechgeschwindigkeit als der Rheinkiesbeton und erreicht auch höhere Kriechverformungen nach 72stündiger Belastung und Temperierung.

Der Rheinkiesbeton zeigt überraschend geringe Streuungen der Versuchsdaten, und es fällt auf, daß die Proben, die längere Zeit bei 120 °C temperiert worden waren (R 204, R 207, F 207), sich im Kriechverhalten überhaupt nicht von den Proben unterscheiden, die in einem Zug unter Last auf 300 °C aufgeheizt worden waren. Das Gleiche trifft auch für die Proben des Basaltbetons zu. Diese Beobachtungen stehen im Einklang mit den Beobachtungen, die bei der Ermittlung der instationären Kriechverformungen gemacht wurden: Nach einer Temperaturerhöhung, die einen bestimmten Betrag jedoch überschreiben muß (z. B. 80 °C), "vergißt" der Beton seine mechanisch-thermische Vorgeschichte nahezu vollkommen.

#### 4.7 Festigkeit und Elastizität nach Wiederabkühlung

Die Ergebnisse der abschließenden E-Modul- und Festigkeitsuntersuchungen sind zusammenfassend in den Tabellen 4 und 5 dargestellt. Zusätzlich sind entsprechende Ergebnisse, die mit den Probekörpern zur Bestimmung der thermischen Ausdehnung erzielt wurden, in Tabelle 6 angegeben. Die einzelnen Prüfprotokolle der Restfestigkeits- und Rest-E-Modulbestimmungen sind im Anhang zusammengestellt.



Die Prozentangaben in den Tabellen beziehen sich jeweils auf die Referenzfestigkeiten bzw. -E-Moduln, die mit 90 Tage alten Probekörpern aus den entsprechenden Betonierserien erzielt worden waren. Die Referenzwerte sind jeweils unterhalb der Tabellen angegeben.

Die Restfestigkeiten der belastet aufgeheizten und mit maximal 120 °C temperierten Proben zeigen jeweils die geringsten Reduktionen gegenüber dem Ausgangszustand. Beim Rheinkiesbeton wird die Ausgangsfestigkeit fast wiedererlangt. Auch der unbelastet aufgeheizte Probekörper zeigt nur eine geringe Festigkeitsabnahme um 4,5 %. Dieser Wert liegt noch im Streubereich der belastet aufgeheizten Proben. - Insgesamt fallen jedoch die Restfestigkeiten der 120 °C-Rheinkiesbetonproben etwas geringer aus als die Restfestigkeiten vergleichbarer Dauertemperaturproben /8/.

Die gleichen Feststellungen gelten sinngemäß auch für die mit 120 °C temperierten Basaltbetonproben. Jedoch zeigt die unbelastet temperierte Probe deutlich geringere Festigkeiten als die belastet temperierten Proben.

Die mit maximal 300 °C temperierten Proben zeigen um 8 bis 10 % (Basaltbeton) bzw. 5 bis 9 % (Rheinkiesbeton) höhere Festigkeitseinbußen als die unbelastet, aber ebenfalls sieben Tage lang temperierten Dauertemperaturproben (vgl. /8/).

Beim Basaltbeton weisen daher die unbelastet temperierten Proben (der hier diskutierten Versuche zur Ermittlung der thermischen Ausdehnung) die höchsten Restfestigkeiten und die belasteten Proben, bei denen die 120 °C-Haltezeit eingeschoben war, die niedrigsten Festigkeiten auf.

Der Rheinkiesbeton zeigte ebenfalls die Tendenz, daß die eingeschobene Haltezeit bei 120 °C zu einer zusätzlichen Reduktion der Festigkeiten führt. Jedoch weisen die unbelastet temperierten Proben jeweils die niedrigsten Restfestigkeiten auf.

Die Reduktion der Elastizitätsmoduln infolge der thermisch-mechanischen Belastungen ist am geringsten bei den belastet temperierten Rheinkiesbetonproben ausgefallen. Für E-Modul-Reduktionen der Rheinkiesbetonproben ergibt sich

folgende Reihung: Die Reduktion der mit 120 °C temperierten Proben ist kleiner als die Reduktion der in einem Zug auf 300 °C aufgeheizten Proben. Durch die eingeschobene Haltezeit bei 120 °C erfahren die mit 300 °C temperierten Proben eine zusätzliche Reduktion der elastischen Konstanten. Die unbelastet auf 120 °C aufgeheizten Proben zeigen fast so starke E-Modulerniedrigungen wie die belastet auf 300 °C aufgeheizten Proben. Bei unbelasteter Aufheizung auf 300 °C ist die E-Modulerniedrigung infolge der unbehinderten Mikrorißbildung am stärksten (vgl. auch /9/). Im allgemeinen sind die im abgekühlten Zustand ermittelten E-Moduln etwas geringer als die im heißen Zustand gemessenen; die Unterschiede sind jedoch nicht gravierend.

Beim Basaltbeton sind die gleichen Tendenzen festzustellen wie beim Rheinkiesbeton, jedoch fallen die prozentualen E-Modulerniedrigungen beim Basaltbeton deutlich stärker aus als beim Rheinkiesbeton. Der Basaltbeton zeigt aber bei allen hier vorliegenden Beanspruchungen absolut gesehen immer etwas höhere E-Moduln.

Die gemessenen Gewichtsverluste stimmen mit den während der Durchführung der Dauertemperaturversuche bei vergleichbaren Proben gemessenen Werten überein.

## 5. Zusammenfassung

Berichtet wird über Hochtemperaturkriechversuche an unversiegelten HTR-Betonprobekörpern. Die Versuche wurden geplant und durchgeführt, um neben dem Langzeitkriechverhalten bei bestimmungsgemäßem Betrieb auch Aussagen über das Kurzzeitkriechverhalten bis 300 °C entsprechend einem Störfall zu gewinnen. Die Versuche wurden an Zylindern mit Durchmesser 15 cm und 30 cm Länge vorgesehen. Damit sollte gewährleistet werden, daß die Versuchsergebnisse mit den Lausanner Langzeitkriechversuchen verglichen werden können. Die Versuche orientieren sich jedoch nur hinsichtlich des Temperaturniveaus an den im Störfall zu erwartenden Verhältnissen. Untersuchungen des Kriechverhaltens bei unterschiedlichen Spannungsniveaus und Feuchteverhältnissen (versiegelte Versuche) konnten aufgrund des sehr engen Finanzrahmens leider nicht in das Programm mit einbezogen werden.

Die Versuche wurden auf dem Hochtemperaturprüfstand in Braunschweig vorgenommen. Die Kriechspannung betrug  $15 \text{ N/mm}^2$ . Die Probekörper konnten während der Belastung frei austrocknen (unversiegelte Versuche). Es wurden drei verschiedene Versuchsabläufe realisiert:

- Aufheizen unter Last auf  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ , 4,5 Tage Kriechen bei  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  (Versuchsart 1),
- Aufheizen unter Last auf  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ , 2,5 Tage Kriechen bei  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ , Aufheizen unter Last auf  $300 \text{ }^\circ\text{C}$ , 1,5 Tage Kriechen bei  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  (Versuchsart 2),
- Aufheizen unter Last auf  $300 \text{ }^\circ\text{C}$ , 3 Tage Kriechen bei  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  (Versuchsart 3).

Die Proben wurden mit einer geringen Einbaulast in die Prüfmaschine eingebaut. Nach dem Einbau der Proben wurden sie bei Raumtemperatur zunächst dreimal mit max.  $15 \text{ N/mm}^2$  be- und entlastet, wobei der E-Modul bestimmt wurde. Nach zweitägiger Standzeit bei Raumtemperatur (Kriechen bei  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\sigma_{\text{cr}} = 15 \text{ N/mm}^2$ ) erfolgte die Aufheizung mit  $5 \text{ K/h}$  unter Last auf die entsprechenden Versuchstemperaturen. Vor dem Abkühlen der Proben wurde der E-Modul im heißen Zustand durch dreimaliges Ent- und Belasten bestimmt.

Ergänzend zum auftragsgemäßen Versuchsablauf wurden die Verformungen bei Abkühlung (unter Belastung) gemessen. Außerdem wurden ergänzende Versuche zur Bestimmung der thermischen Dehnung (gleichartige Probekörper und gleichartige thermische Randbedingungen wie bei den Kriechversuchen) durchgeführt.

Alle Versuche wurden jeweils mit der Bestimmung des E-Moduls im wiedererhaltenen Zustand (Rest-E-Modul) und der Festigkeit beendet. Außerdem wurde jeweils der Gewichtsverlust der Proben nach der Temperierung bestimmt.

Die erzielten Versuchsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Das Kriechen bei Raumtemperatur zeigt vergleichsweise große Ergebnisstreuungen. Ursache dafür ist u.a., daß das Auflösungsvermögen des Verformungsmeßsystems auf die wesentlich größeren Verformungen während der Temperierung abgestimmt worden war. Jedoch ist zu erkennen, daß der Rheinkiesbeton im allgemeinen höhere Kriechverformungen bei  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  als der Basaltbeton zeigt.

- Die gemessenen Gesamtverformungen (ohne Berücksichtigung des Kriechens bei Raumtemperatur und der elastischen Anfangsverformungen) zeigen, daß sich bei den vorliegenden Randbedingungen (abgesehen von fehlerhafter, zu schneller Aufheizung) gegenüber dem Ausgangszustand keine Ausdehnungen ergeben. Basaltbeton zeigt nach Aufheizung auf 300 °C größere Verkürzung als Rheinkiesbeton. Bei Aufheizung auf 120 °C liegen die Verhältnisse umgekehrt. Die Streuungen der Meßwerte sind als gering zu erachten, wenn man bedenkt, daß Unterschiede in der Temperatur von 10 °C Dehnungsdifferenzen von ca. 0,1 ‰ verursachen können.
- Die Kontraktion der Proben während der Abkühlung verläuft nahezu linear mit der Temperaturerniedrigung. Der Rheinkiesbeton zeigt nur bei der Abkühlung von 300 °C auf 20 °C höhere Verkürzungen als der Basaltbeton.
- Die Mittelwertkurven der gemessenen Summen aus instationärer Kriechverformung und thermischer Dehnung zeigen, daß diese Verformungskomponenten bei beiden Betonen nahezu identisch sind. Im Bereich 170 °C bis 300 °C macht sich die stärkere Ausdehnung des Rheinkieszuschlags bemerkbar. Während die Summe aus thermischer Dehnung und instationärem Kriechen beim Basaltbeton monoton von 90 °C bis 300 °C abnimmt, steigt die Summe bei Rheinkiesbeton oberhalb 200 °C wieder an.
- Beide Betone zeigen nahezu identische instationäre Kriechverformungen.
- Im Verlaufe des Temperaturanstiegs von 120 °C auf 300 °C (nach vorherigem Halten bei 120 °C) ergeben sich zunächst andere instationäre Verformungen als beim erstmaligen Aufheizen. Jedoch münden die Kurven beider Betone nach einer Temperaturerhöhung von ca. 80 °C in die jungfräuliche Kurve ein.
- Die stationären Kriechverformungen bei 120 °C stimmen bei beiden Betonen nahezu überein; bei 300 °C fallen sie beim Rheinkiesbeton geringfügig niedriger aus als beim Basaltbeton.
- Bei den thermischen Ausdehnungen gibt es bis etwa 170 °C nur geringe Unterschiede zwischen den beiden Betonen. Oberhalb von 170 °C dehnt sich der Rheinkiesbeton jedoch stärker aus als der Basaltbeton.
- Die Restfestigkeiten des Basaltbetons liegen, absolut gesehen, über den Restfestigkeiten des Rheinkiesbetons. Bei Temperierung mit 120 °C erleidet der Rheinkiesbeton kaum merkliche Festigkeitseinbußen; beim Basalt betragen sie ca. 10 %. Bei Temperierung mit 300 °C geht die Restfestigkeit bei beiden Betonen auf ca. 70 % zurück. Jedoch verbleibt die Restfestig-

keit des Basaltbetons immer noch  $\geq 51 \text{ N/mm}^2$ , während sie beim Rheinkiesbeton diese Grenze knapp unterschreitet. Die eingeschobene Haltezeit bei  $120^\circ\text{C}$  (Versuchsart 2) wirkt sich bei allen Betonen zusätzlich festigkeitsmindernd aus.

- Bei den E-Moduln zeigen sich die gleichen Tendenzen wie bei den Festigkeiten. Im allgemeinen ist der Rest-E-Modul etwas geringer als der im heißen Zustand ermittelte E-Modul. Die stärksten E-Modulniedrigungen weisen jeweils die unbelastet aufgeheizten Proben auf.

Aus verschiedenen Untersuchungen ist bekannt, daß die Verformungen bei instationären Temperaturen stark vom Feuchtigkeitsgehalt abhängen. Zur Zeit liegen auch noch keine verwertbaren experimentellen Erfahrungen vor, ob in dem interessierenden Temperaturbereich Linearität zwischen Kriechspannung und Kriechverformungen vorherrscht. Um gesicherte Erkenntnisse zum Kriechverhalten bis  $300^\circ\text{C}$  zu gewinnen, sollten noch folgende ergänzende Untersuchungen durchgeführt werden:

- Anstelle der zweitägigen Vorlagerung bei  $20^\circ\text{C}$  und  $15 \text{ N/mm}^2$  sollten die Proben 14 Tage bei  $70^\circ\text{C}$  vorgelagert werden, da das instationäre Kriechen sehr viel stärker vom Feuchtigkeitshaushalt als von einer mechanischen Vorbelastung abhängt.
- Einbeziehung der  $200^\circ\text{C}$ -Temperaturstufe (bisher liegt die Maximaltemperatur bei  $300^\circ\text{C}$  - viele Stellen werden jedoch auch nur  $200^\circ\text{C}$  heiß).
- Hochtemperaturkriechversuche mit  $30 \text{ N/mm}^2$  (Druckspitzen im Behälter) und  $7,5 \text{ N/mm}^2$  (Prüfung der Linearität).
- Hochtemperaturkriechversuche an "bauwerksfeuchtem Beton" und an Beton, der vor dem Beginn der Versuche ca. 2 Monate bei  $20^\circ\text{C}$  und  $65\% \text{ r.F.}$  austrocknen konnte.
- Hochtemperaturkriechversuche mit unterschiedlichen Aufheizgeschwindigkeiten ( $10, 20, 40 \text{ K/h}$ ).
- Hochtemperaturkriechversuche an versiegelten Probekörpern.

## 6. Schrifttum

- /1/ Diederichs, U.: HTR-Betonversuche - Hochtemperaturkriechversuche. Zwischenbericht zur Untersuchung im Auftrage der Hochtemperatur-Reaktorbau GmbH, Mannheim. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig, November 1985.
- /2/ Diederichs, U.: HTR-Betonversuche - Probekörperherstellung, Zwischenbericht zur Untersuchung im Auftrage der HRB GmbH, Mannheim. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig, Juni 1984.
- /3/ Diederichs, U.: HTR-Betonversuche - Probekörperherstellung - Rheinkiesbeton, Zwischenbericht zur Untersuchung im Auftrage der HRB GmbH, Mannheim. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig, Juli 1985.
- /4/ Diederichs, U.: HTR-Betonversuche - Dauertemperaturversuche, Abschlußbericht zur Untersuchung im Auftrage der HRB GmbH, Mannheim. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig, März 1986.
- /5/ Schneider, U.; Diederichs, U.; Ehm, C.; Hinrichsmeyer, K.: Hochtemperaturverhalten von Beton. Arbeitsbericht 1981 - 1983 des Sonderforschungsbereichs 148 "Brandverhalten von Bauteilen", Teil II, Technische Universität Braunschweig, Mai 1983.
- /6/ Hinrichsmeyer, K.: Strukturorientierte Analyse und Modellbeschreibung der thermischen Schädigung von Beton. Dissertation, Technische Universität Braunschweig (in Vorbereitung), 1986.
- /7/ Wydra, W.; Diederichs, U.; Schneider, U.: Deformation Behaviour and Creep Effects during a Heating-Cooling-Cycle. Proceedings of the 8th International Conference on "Structural Mechanics in Reactor Technology", Brussels (Belgium), 19. - 23. August 1985, Volume H, Paper H 5/6.
- /8/ Diederichs, U.: HTR-Betonversuche - Dauertemperaturversuche, Abschlußbericht zur Untersuchung im Auftrage der HRB GmbH, Mannheim. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig, März 1986.
- /9/ Diederichs, U.: HTR-Betonversuche - Dauerstandsversuche, Abschlußbericht zur Untersuchung im Auftrage der HRB GmbH, Mannheim. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig, April 1986.

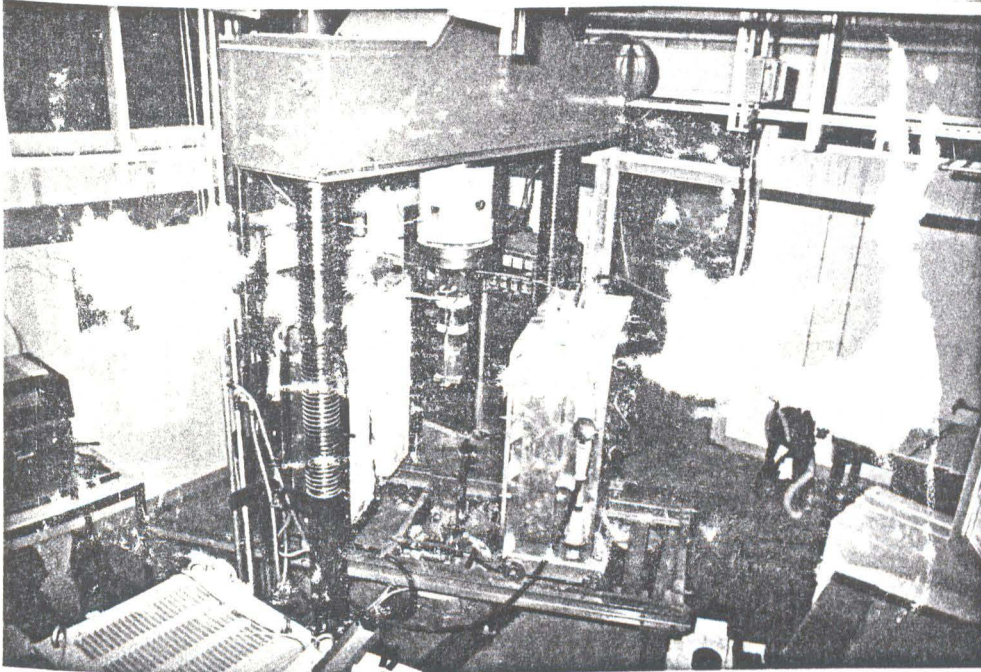


Bild 2: Übersichtsfoto vom servohydraulischen 1000-kN-Hochtemperaturprüfstand

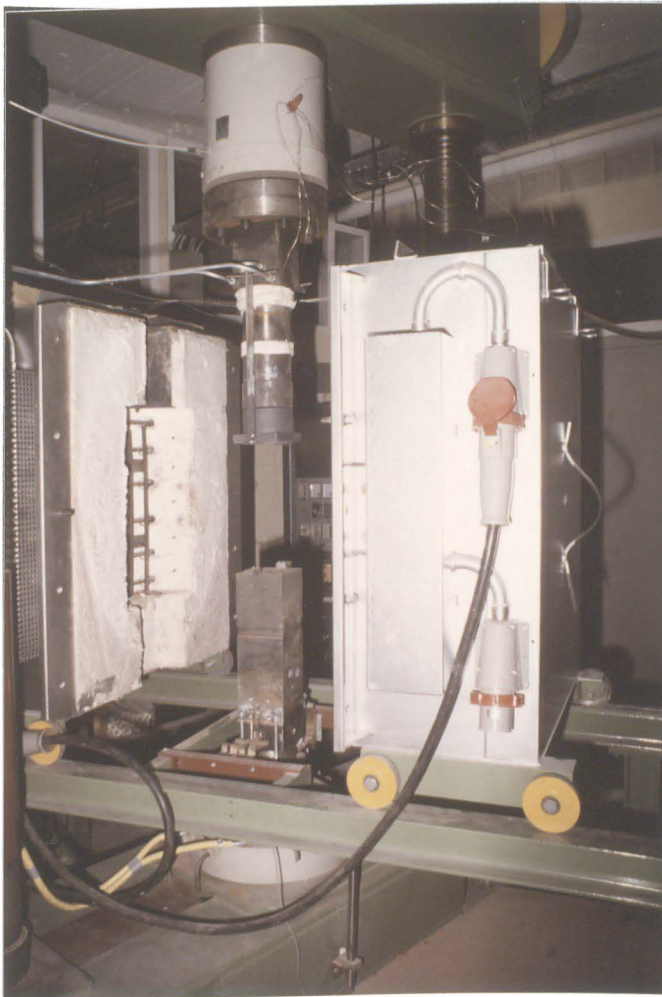


Bild 3: Lasteinleitungssystem, Kraftmeßdose, Verformungsmeßsystem und Heizvorrichtung des Hochtemperaturprüfstandes

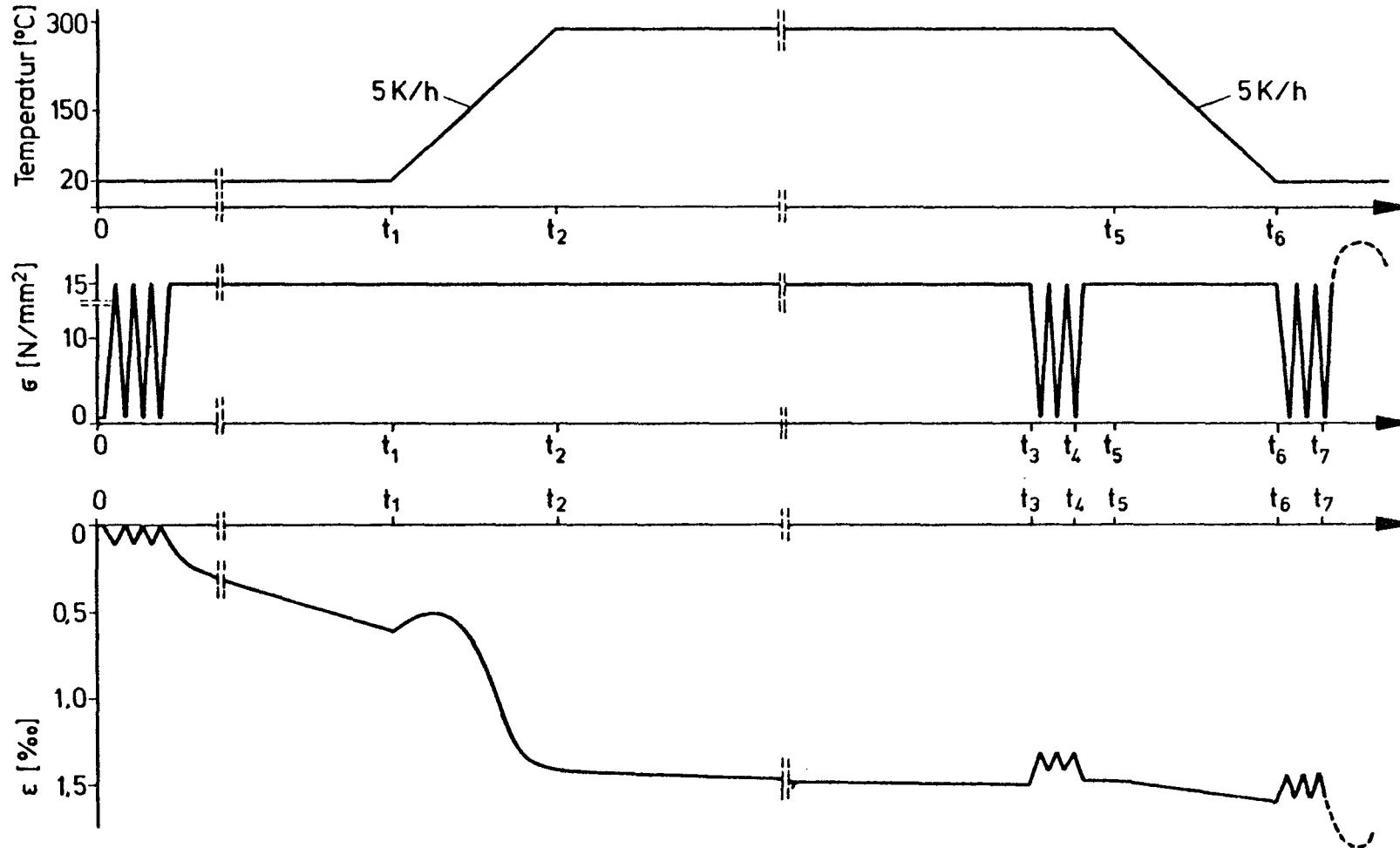


Bild 4: Schematische Darstellung der Versuchsdurchführung zur Ermittlung des Hochtemperaturkriechverhaltens



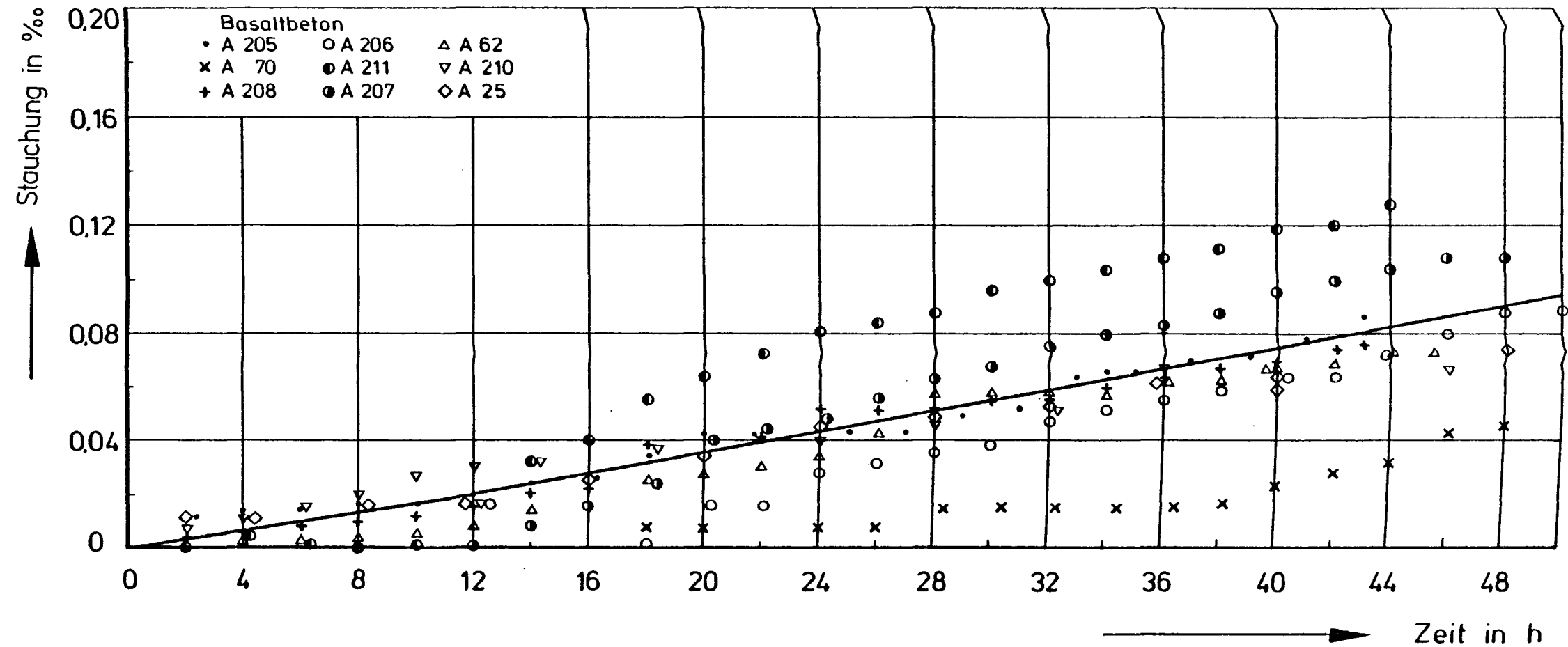


Bild 5: Kriech- und Schwindverformungen von Basaltbeton bei Raumtemperatur

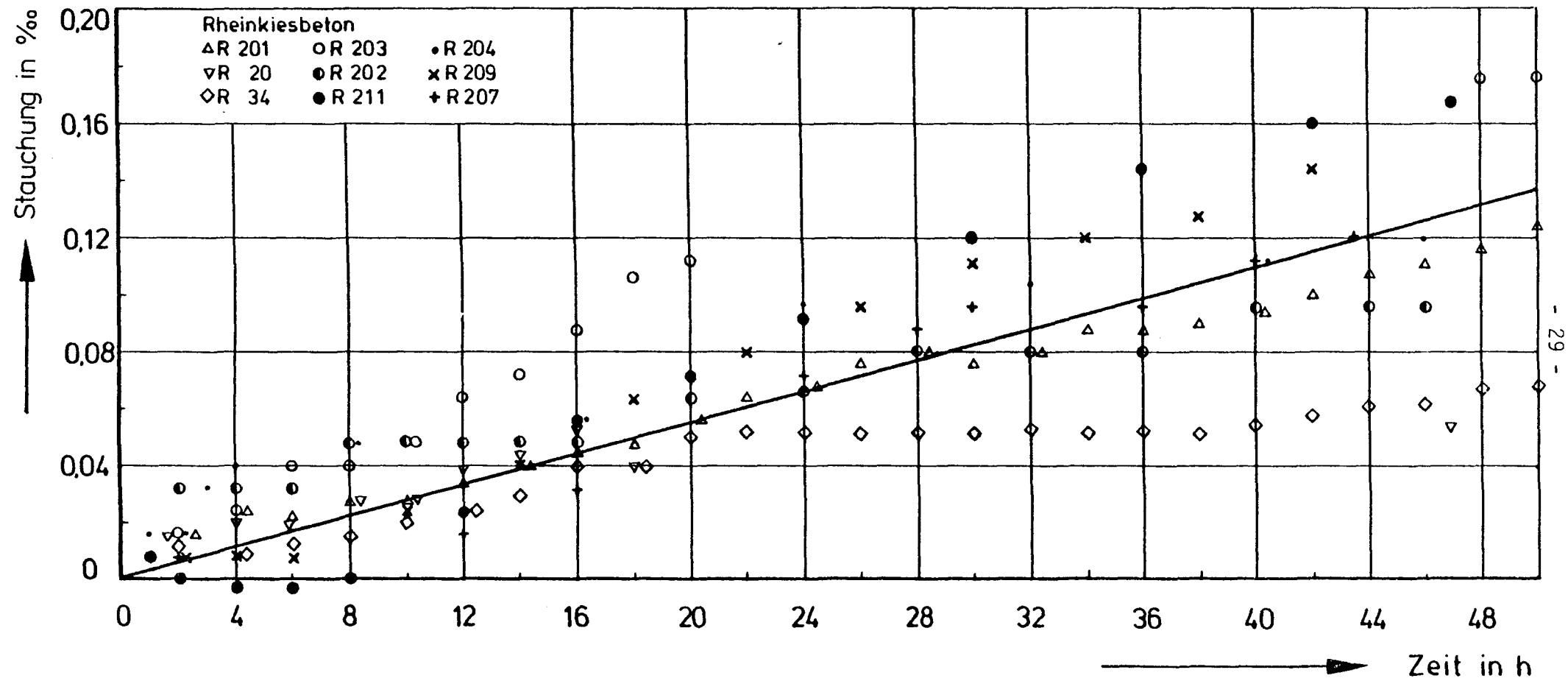


Bild 6: Kriech- und Schwindverformungen von Rheinkiesbeton bei Raumtemperatur

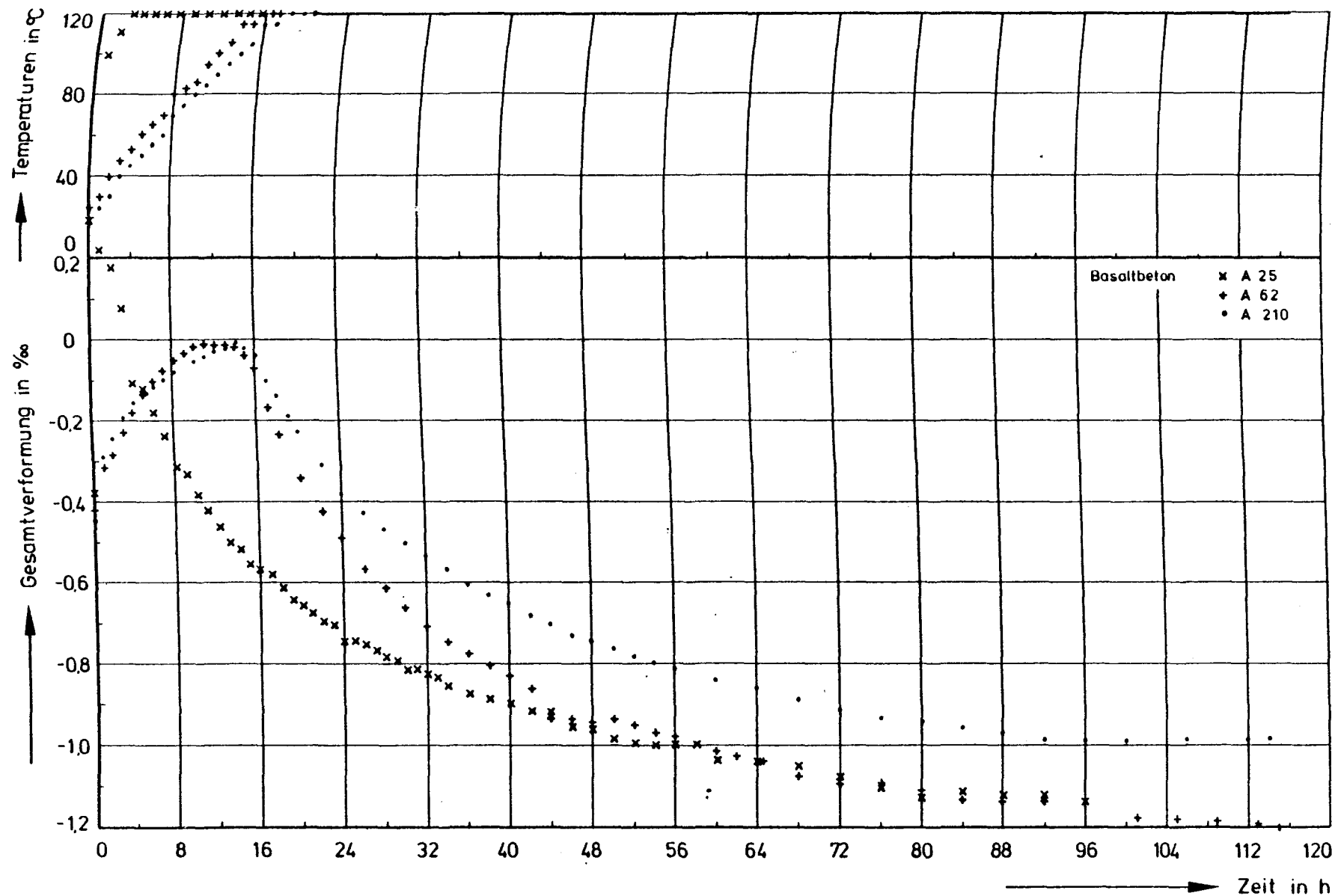


Bild 7: Gesamtverformungen von Basaltbeton während der Aufheizung auf 120 °C und der anschließenden Temperierung bei 120 °C (Kriechversuchsart 1)

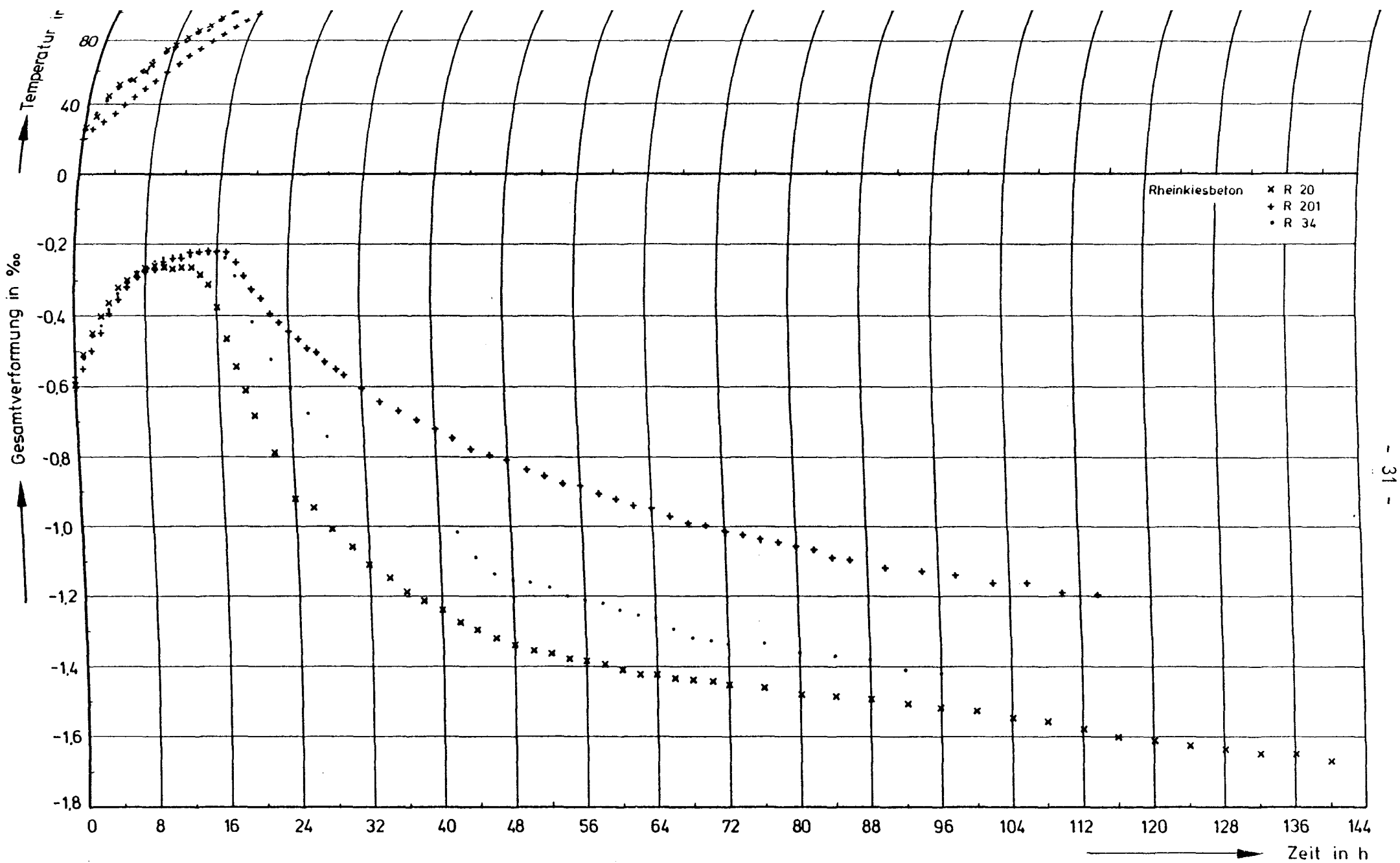


Bild 8: Gesamtverformungen von Rheinkiesbeton während der Aufheizung auf 120 °C und der anschließenden Temperierung bei 120 °C (Kriechversuchsart 1)

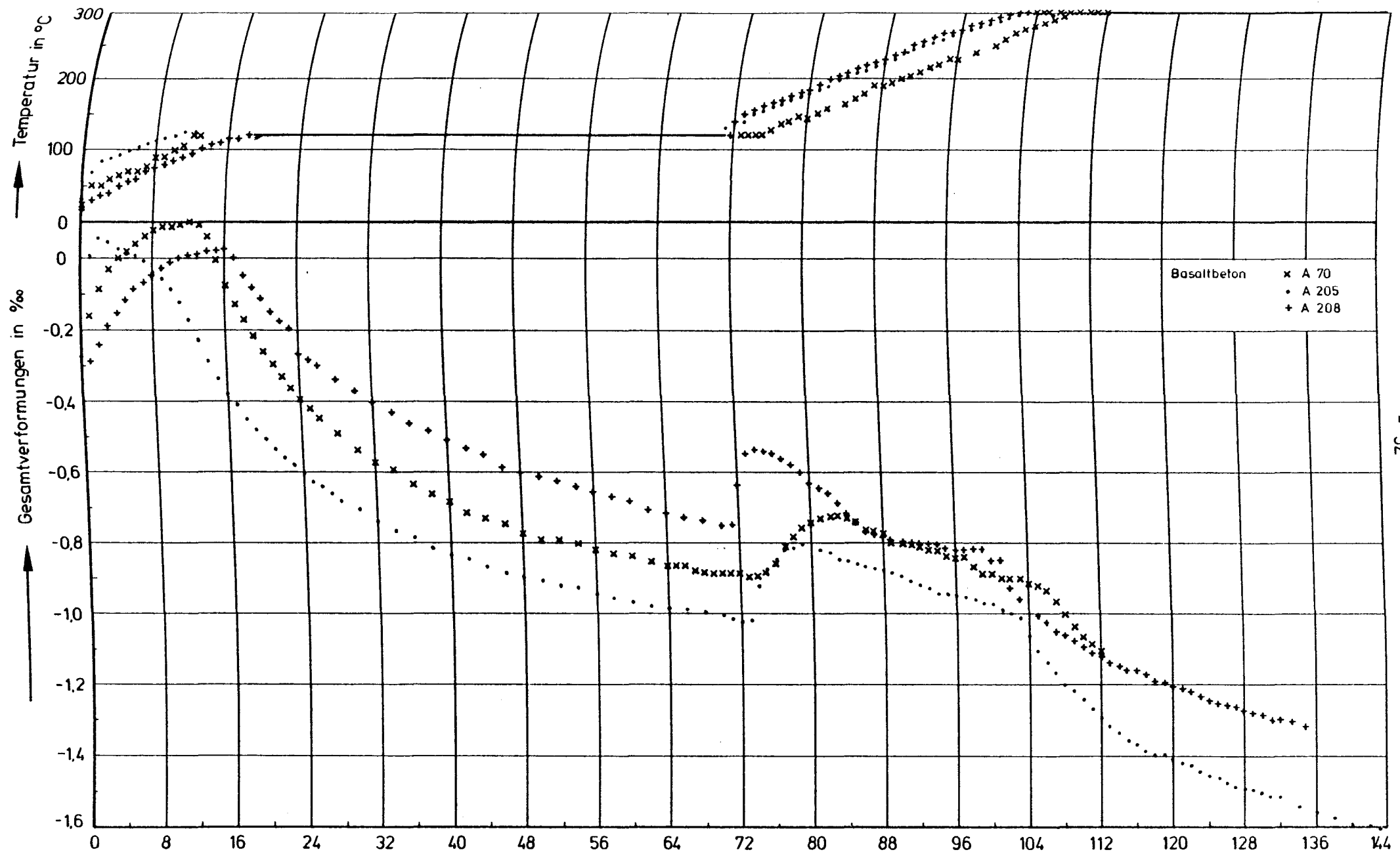


Bild 9: Gesamtverformungen von Basaltbeton während der stufenweisen Aufheizung auf 120 °C und 300 °C (Kriechversuchsart 2)

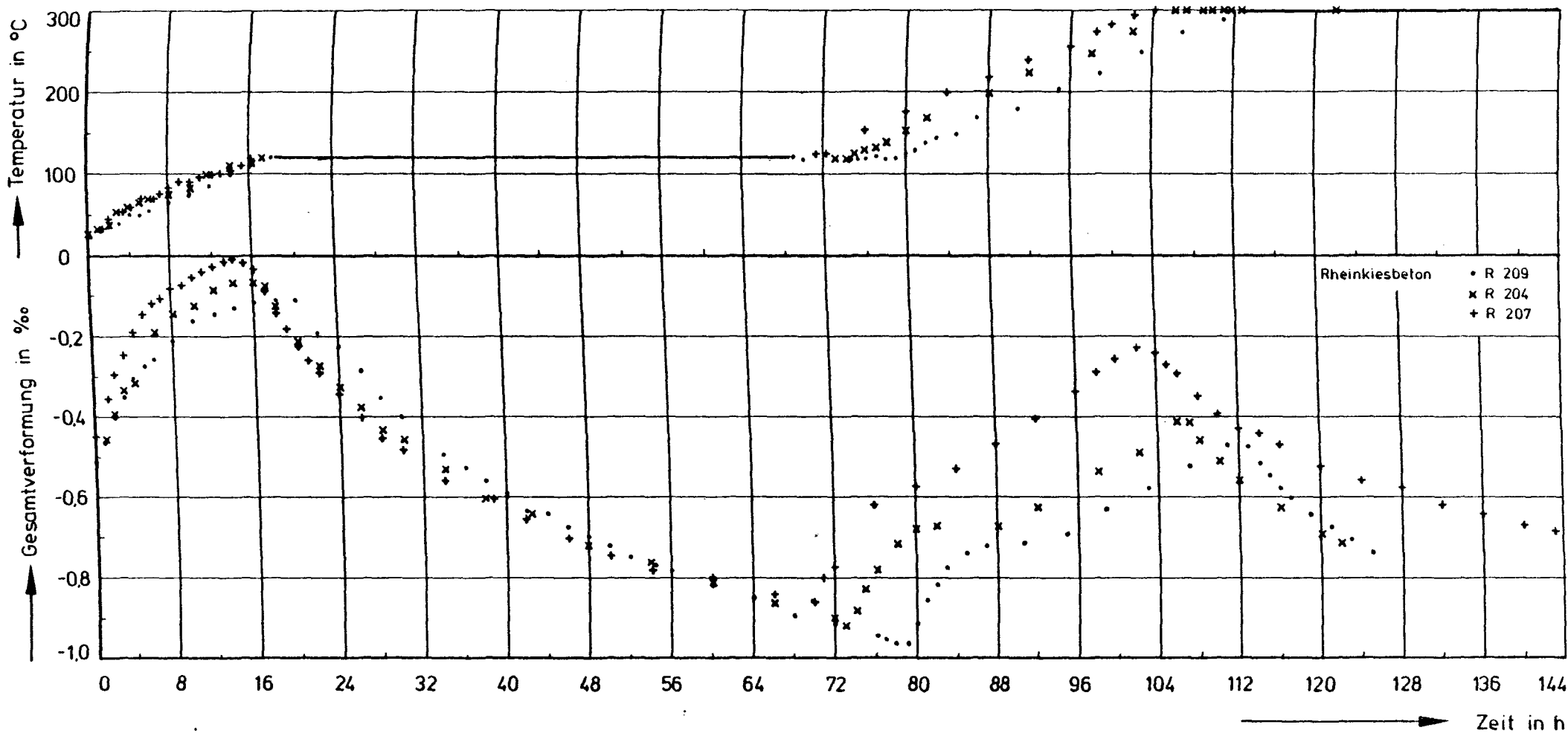


Bild 10: Gesamtverformungen von Rheinkiesbeton während der stufenweisen Aufheizung auf 120 °C und 300 °C (Kriechversuchsart 2)

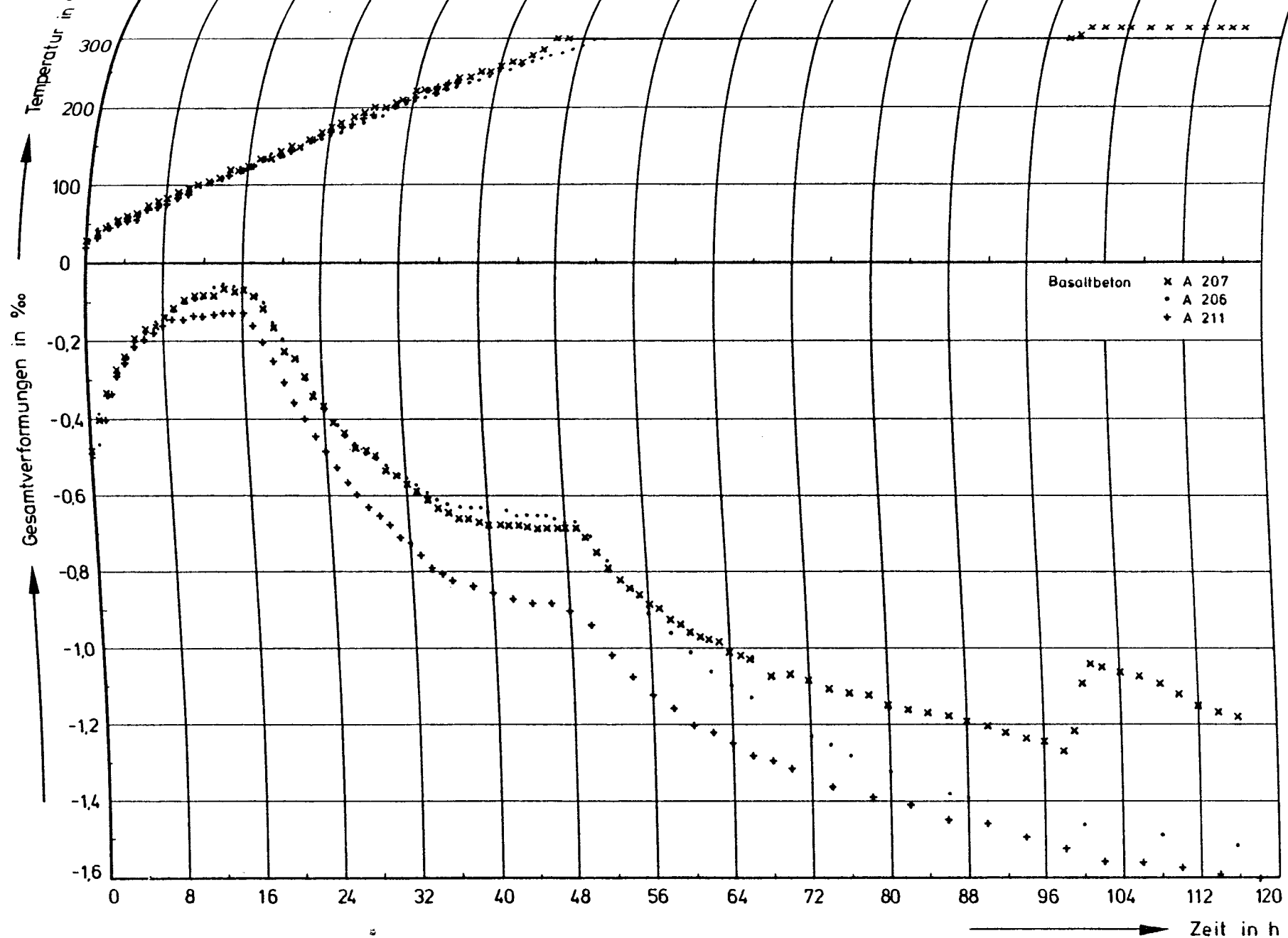


Bild 11: Gesamtverformungen von Basaltbeton während der Aufheizung auf 300 °C und der anschließenden Temperierung bei 300 °C (Kriechversuchsart 3)

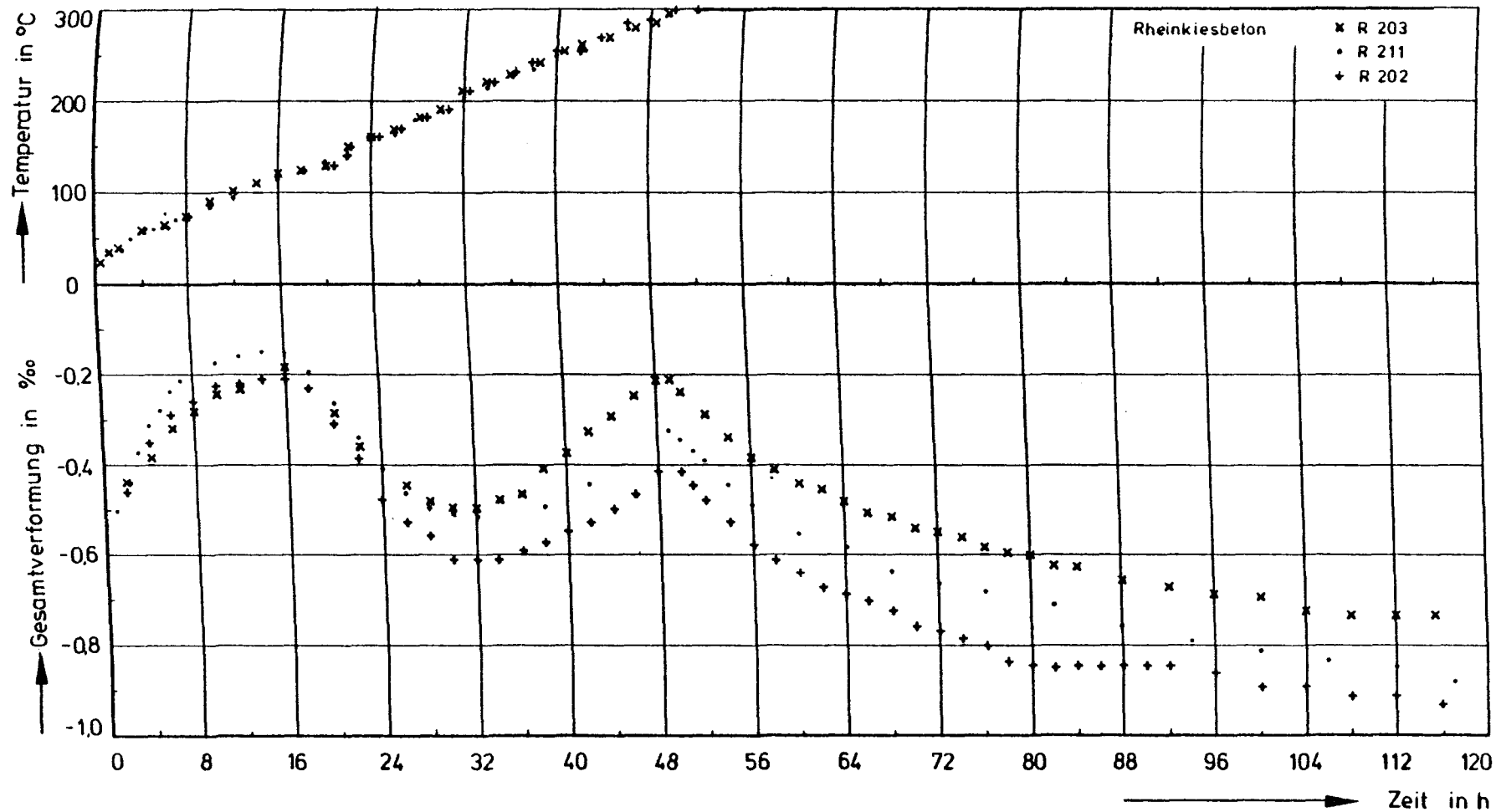


Bild 12: Gesamtverformungen von Rheinkiesbeton während der Aufheizung auf 300 °C und der anschließenden Temperierung bei 300 °C (Kriechversuchsart 3)



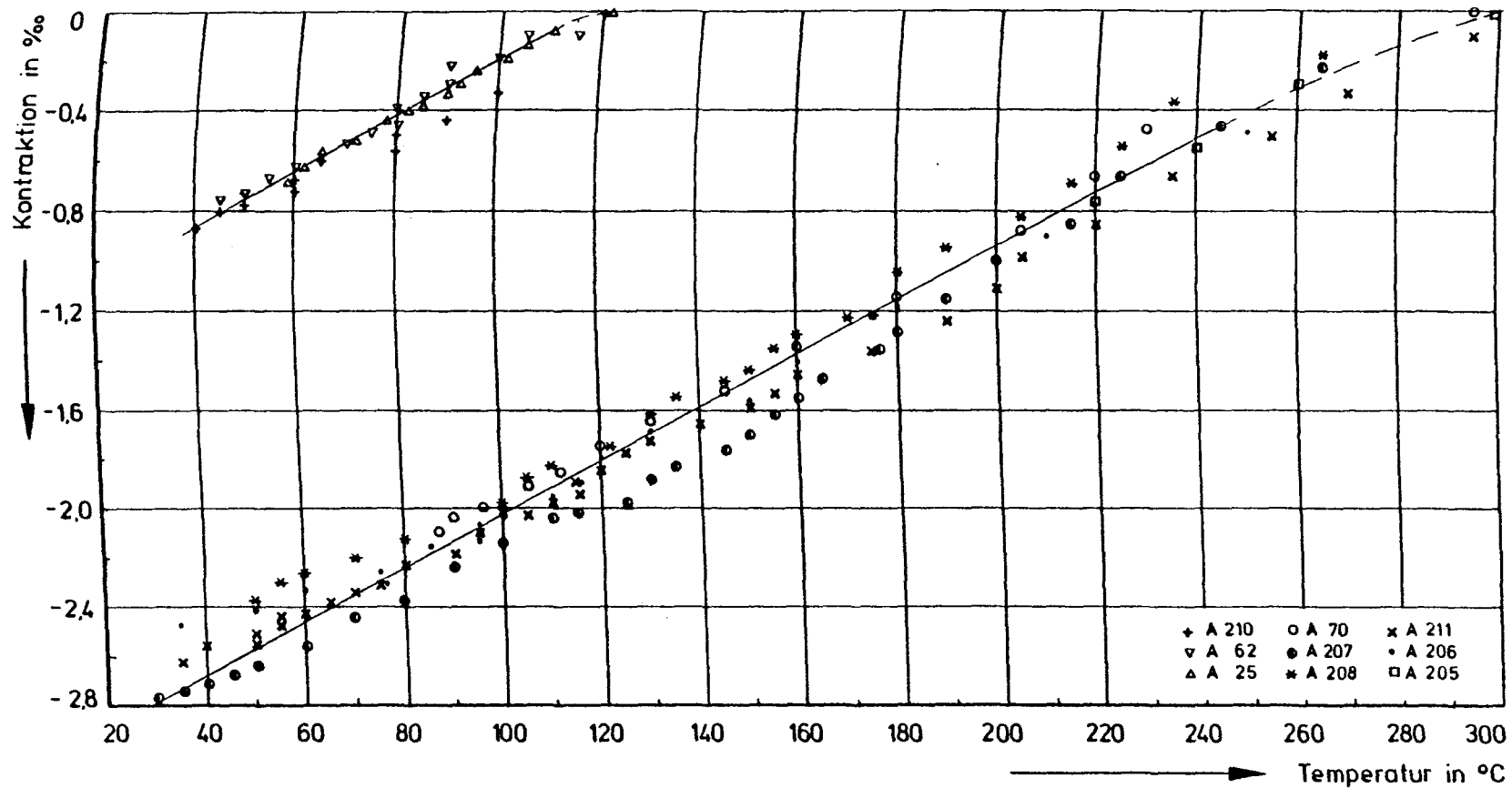


Bild 13: Verformungen belasteter Basaltbetonproben während der Abkühlphase

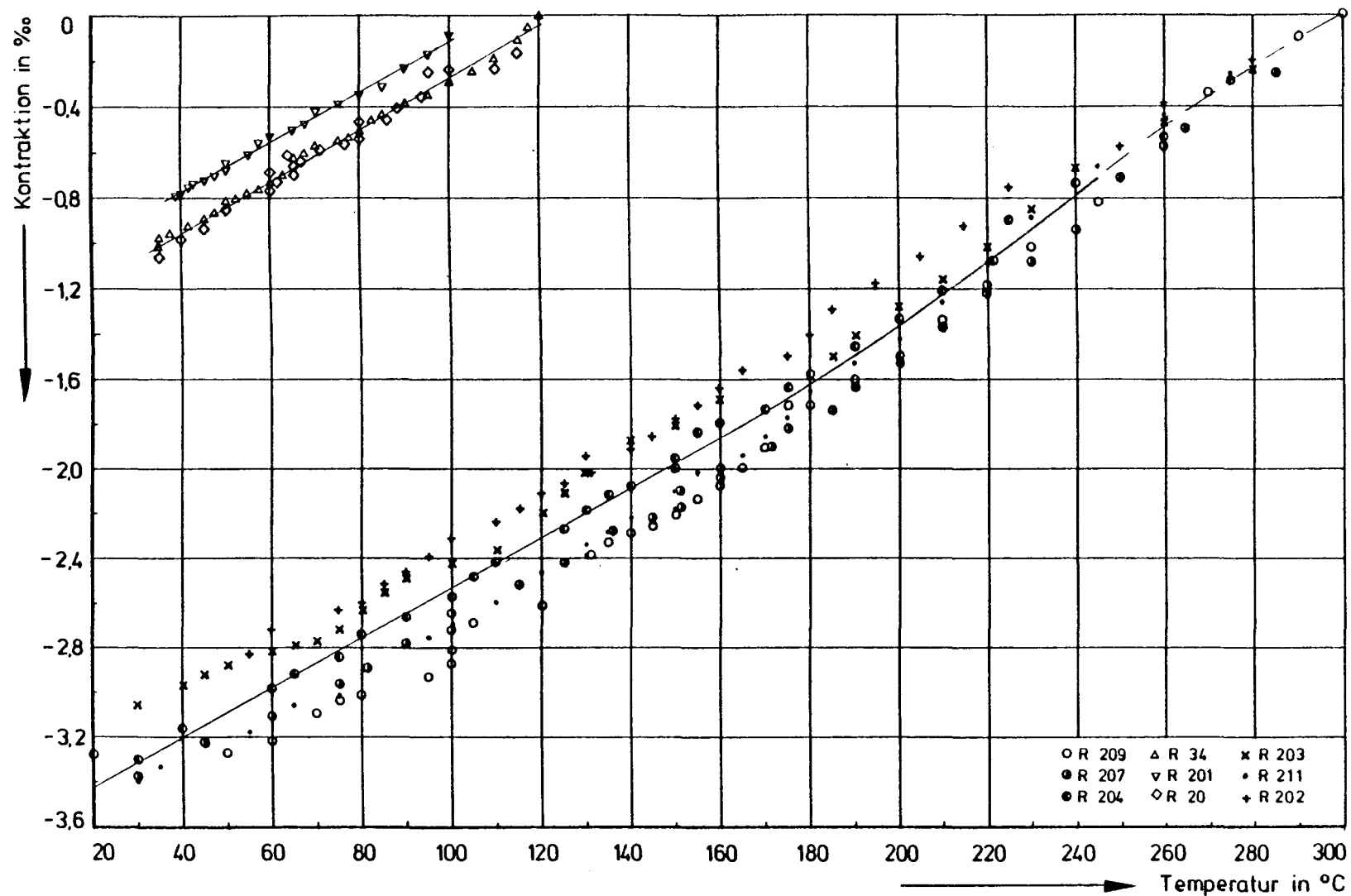


Bild 14: Verformungen belasteter Rheinkiesbetonproben während der Abkühlphase

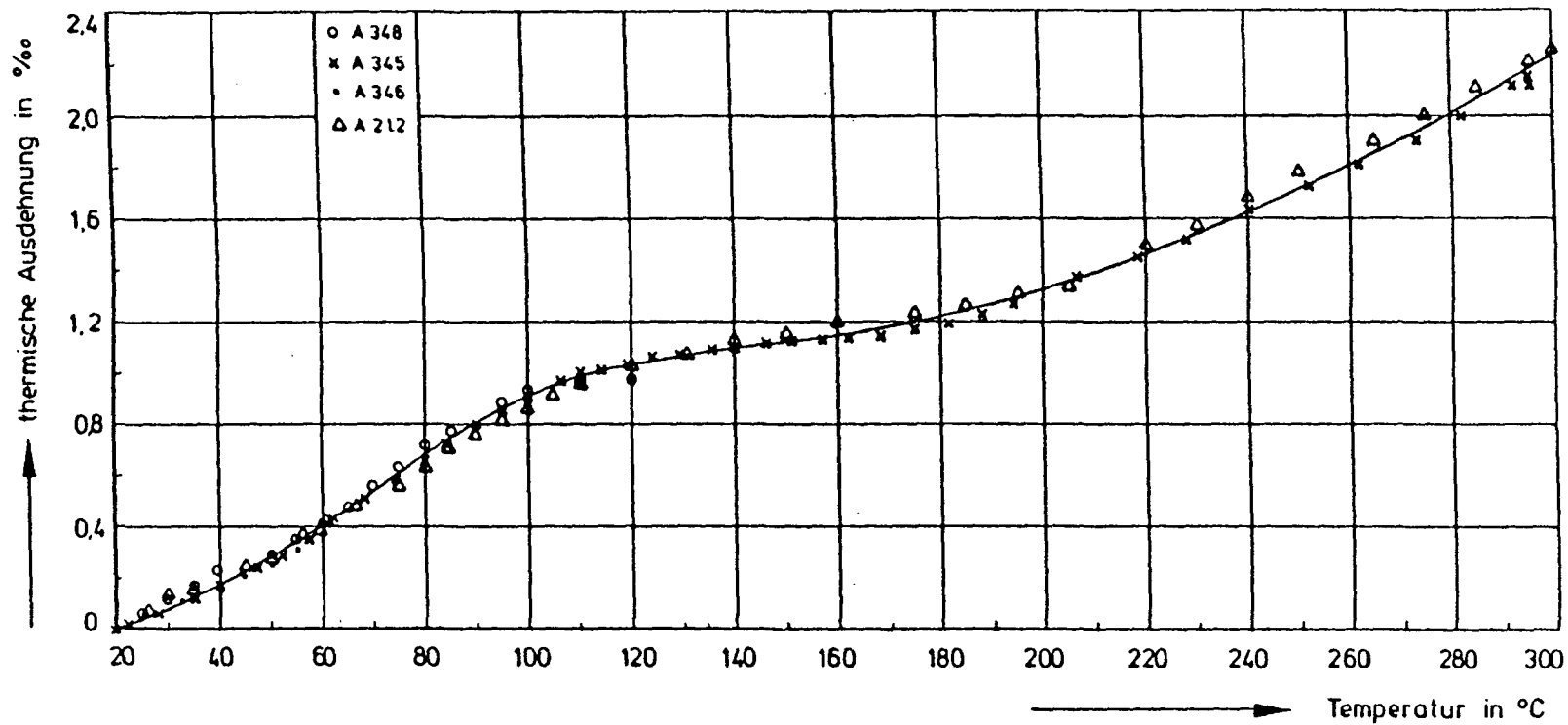


Bild 15: Thermische Ausdehnung von Rheinkiesbeton (Probekörperabmessungen und Aufheizgeschwindigkeit wie bei den Hochtemperaturkriechversuchen)

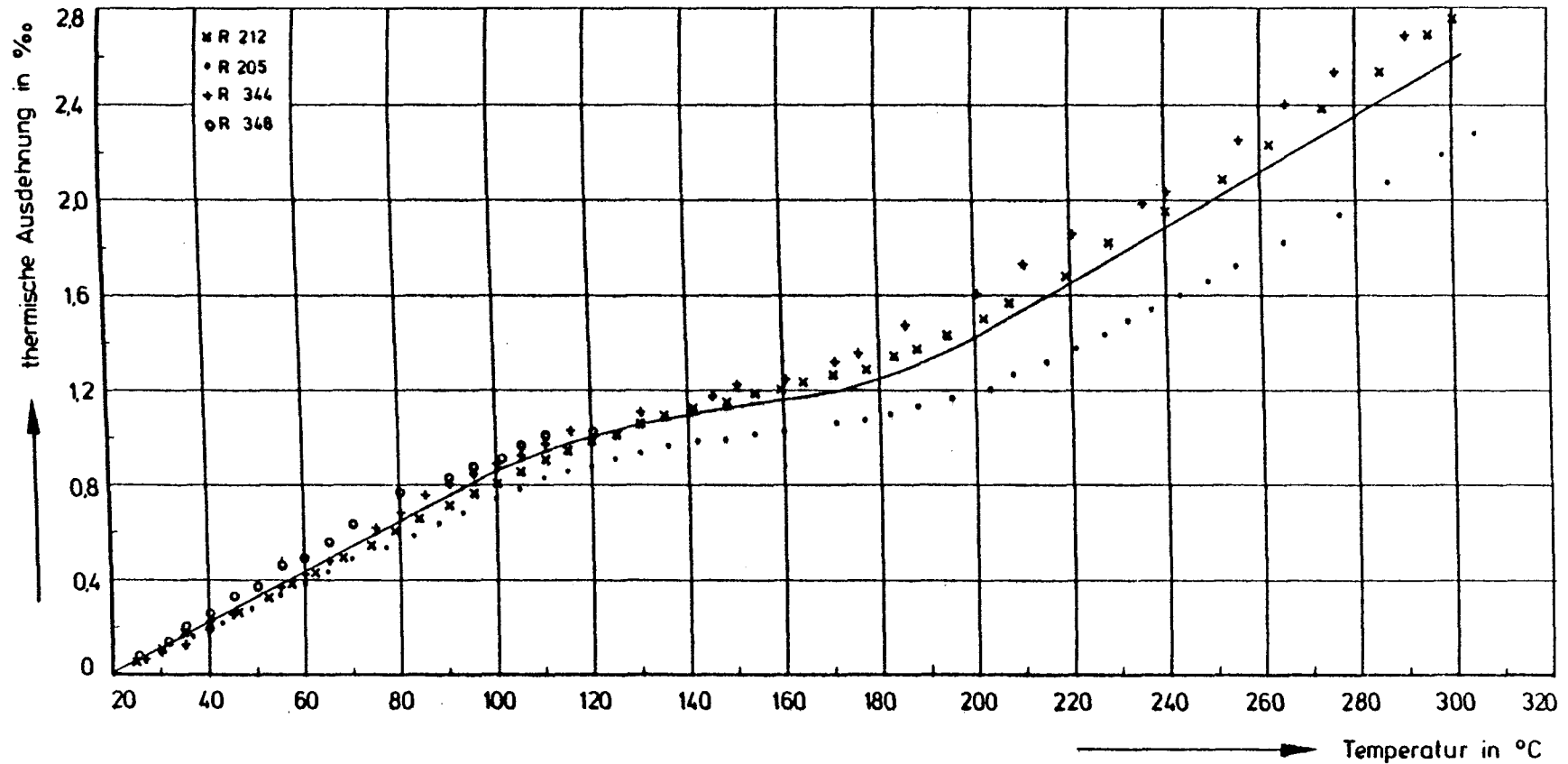


Bild 16: Thermische Ausdehnung von Rheinkiesbeton (Probekörperabmessungen und Aufheizgeschwindigkeit wie bei den Hochtemperaturkriechversuchen)

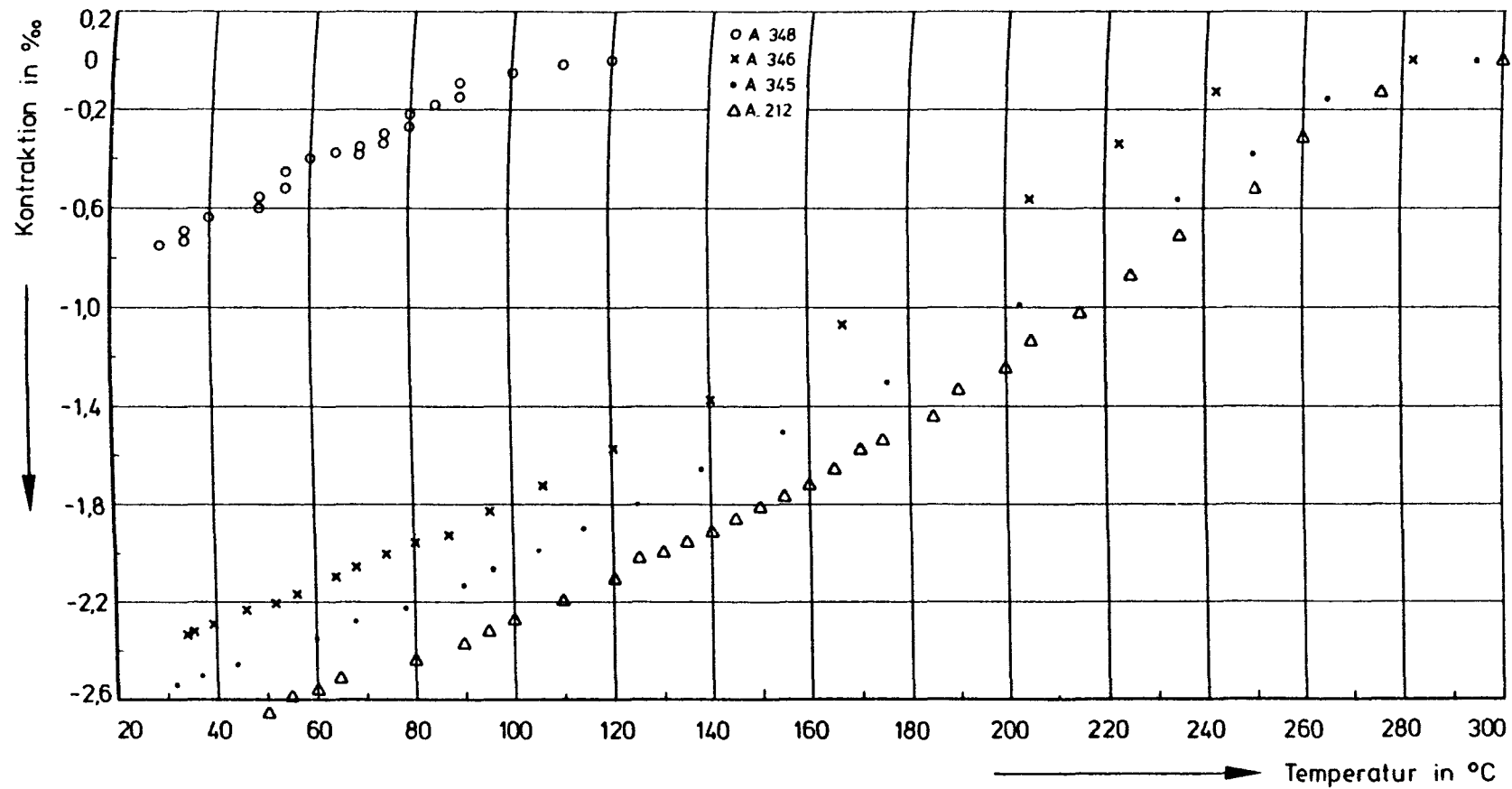


Bild 17: Verformung unbelasteter Basaltbetonproben während der Abkühlung

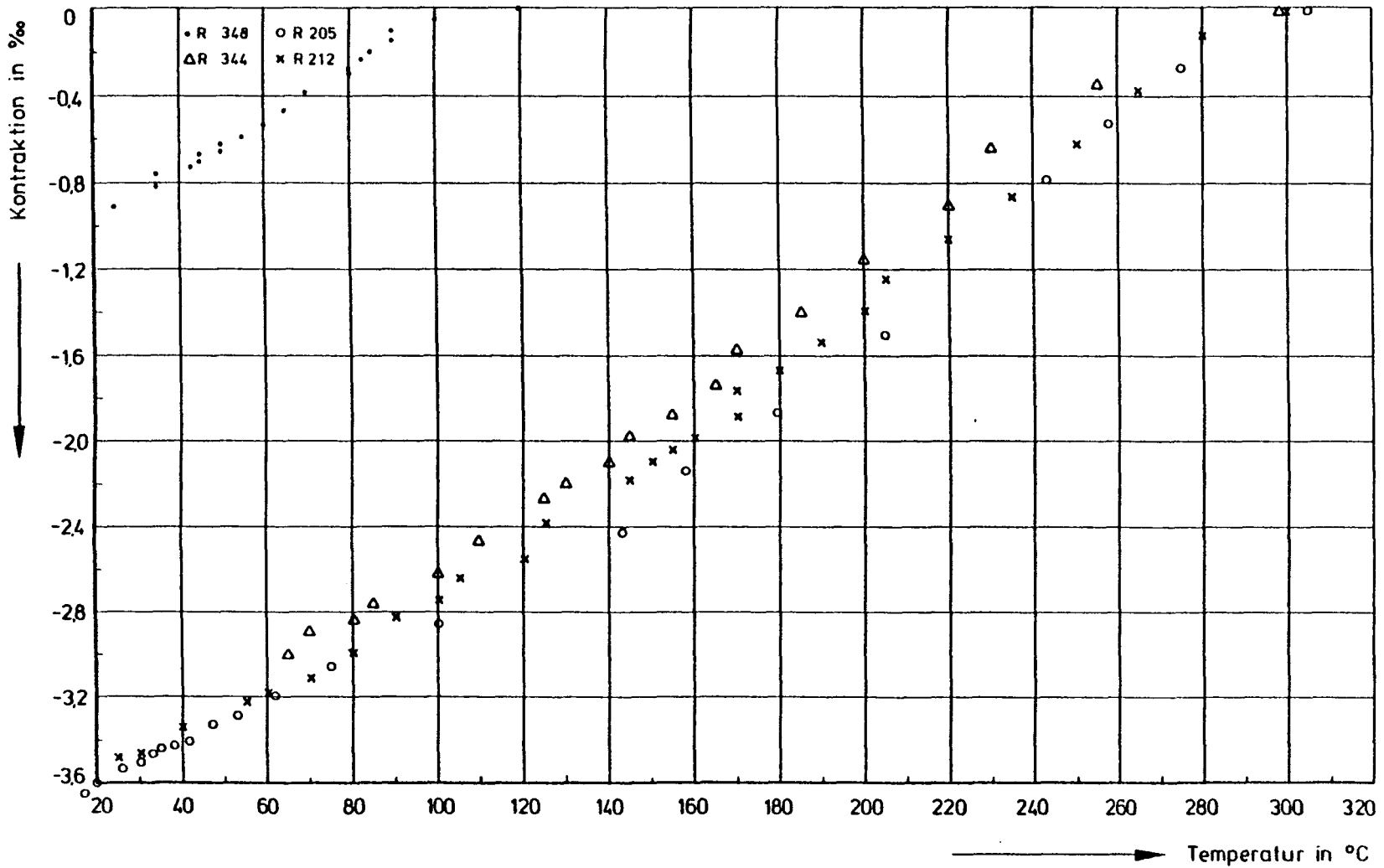


Bild 18: Verformung unbelasteter Rheinkiesbetonproben während der Abkühlung

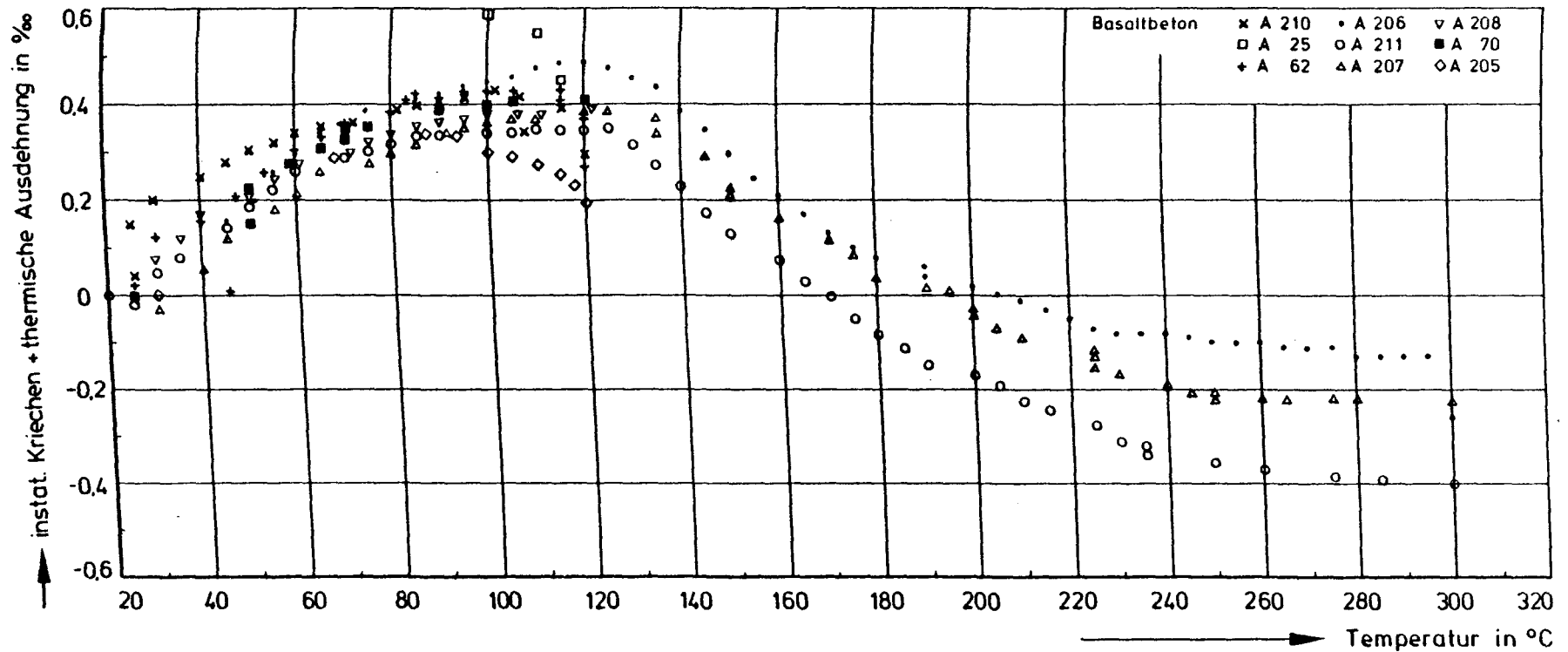


Bild 19: Summe aus thermischer Ausdehnung und instationärer Kriechverformung von Basaltbeton während der Aufheizung

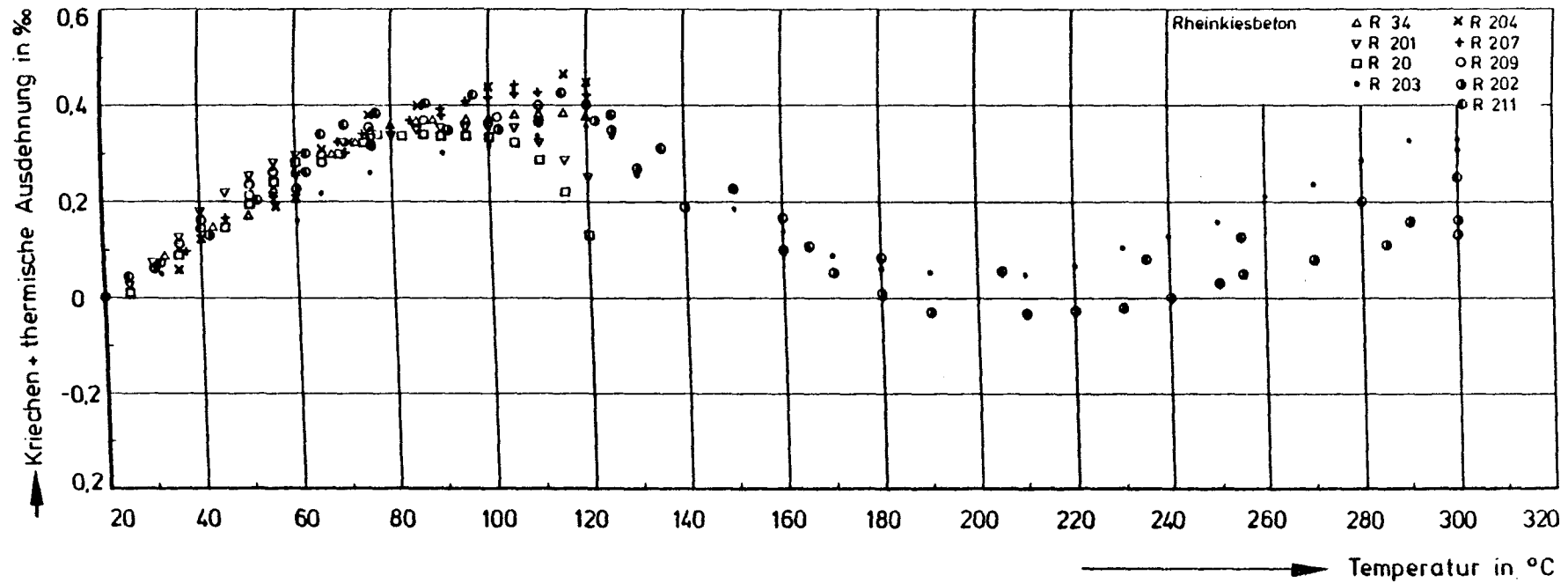


Bild 20: Summe aus thermischer Ausdehnung und instationärer Kriechverformung von Rheinkiesbeton während der Aufheizung



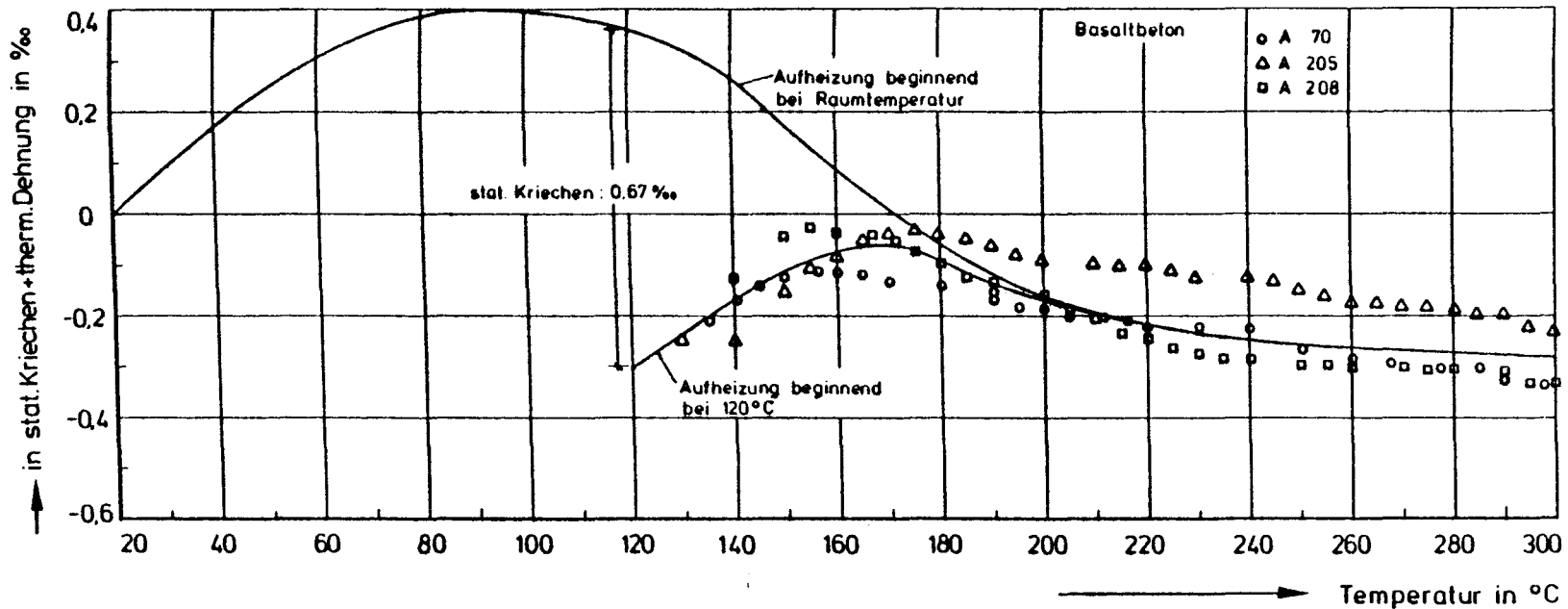


Bild 21: Summen aus thermischer Ausdehnung und instationärer Kriechverformung von Basaltbeton während der Aufheizung von 20 °C auf 300 °C und während der Aufheizung von 120 °C auf 300 °C

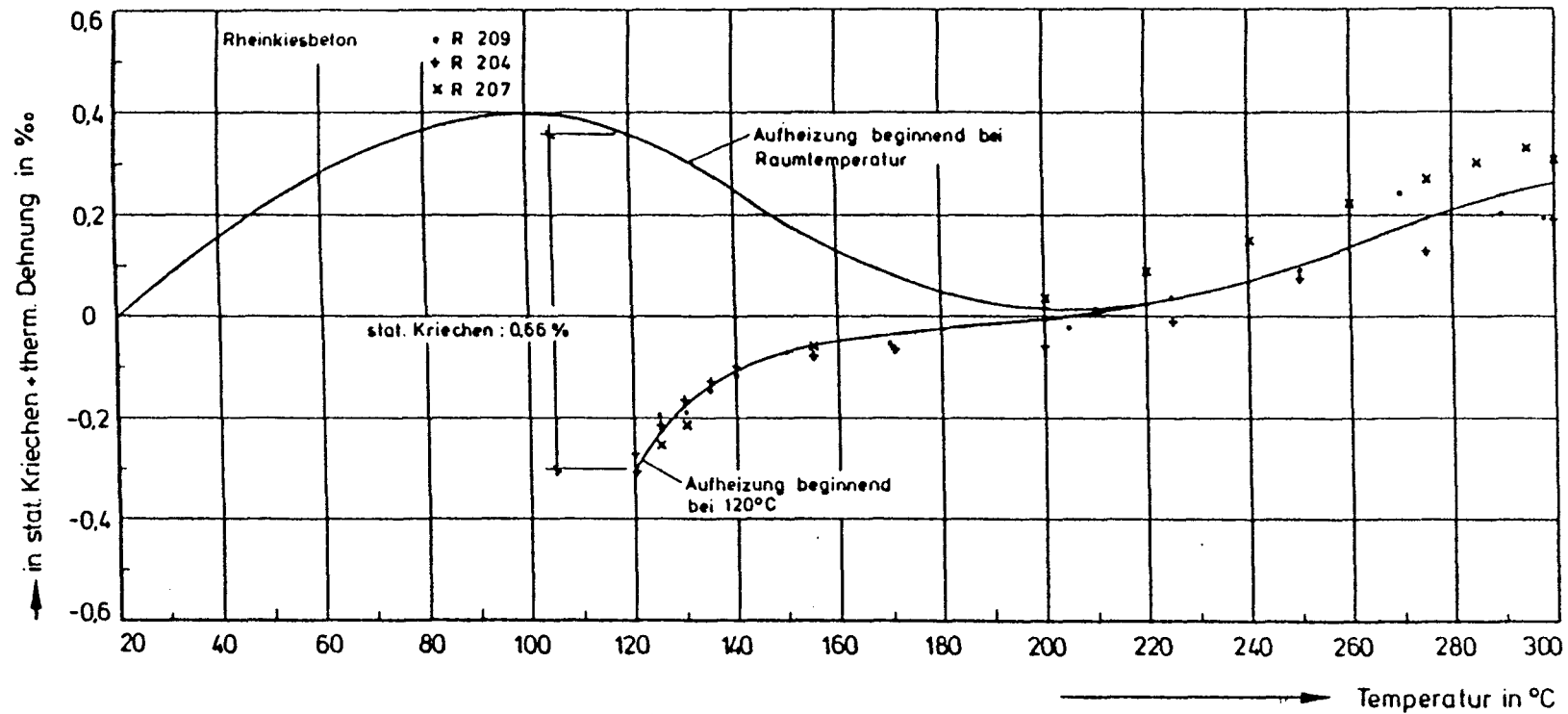


Bild 22: Summen aus thermischer Ausdehnung und instationärer Kriechverformung von Rheinkiesbeton während der Aufheizung von 20 °C auf 300 °C und während der Aufheizung von 120 °C auf 300 °C

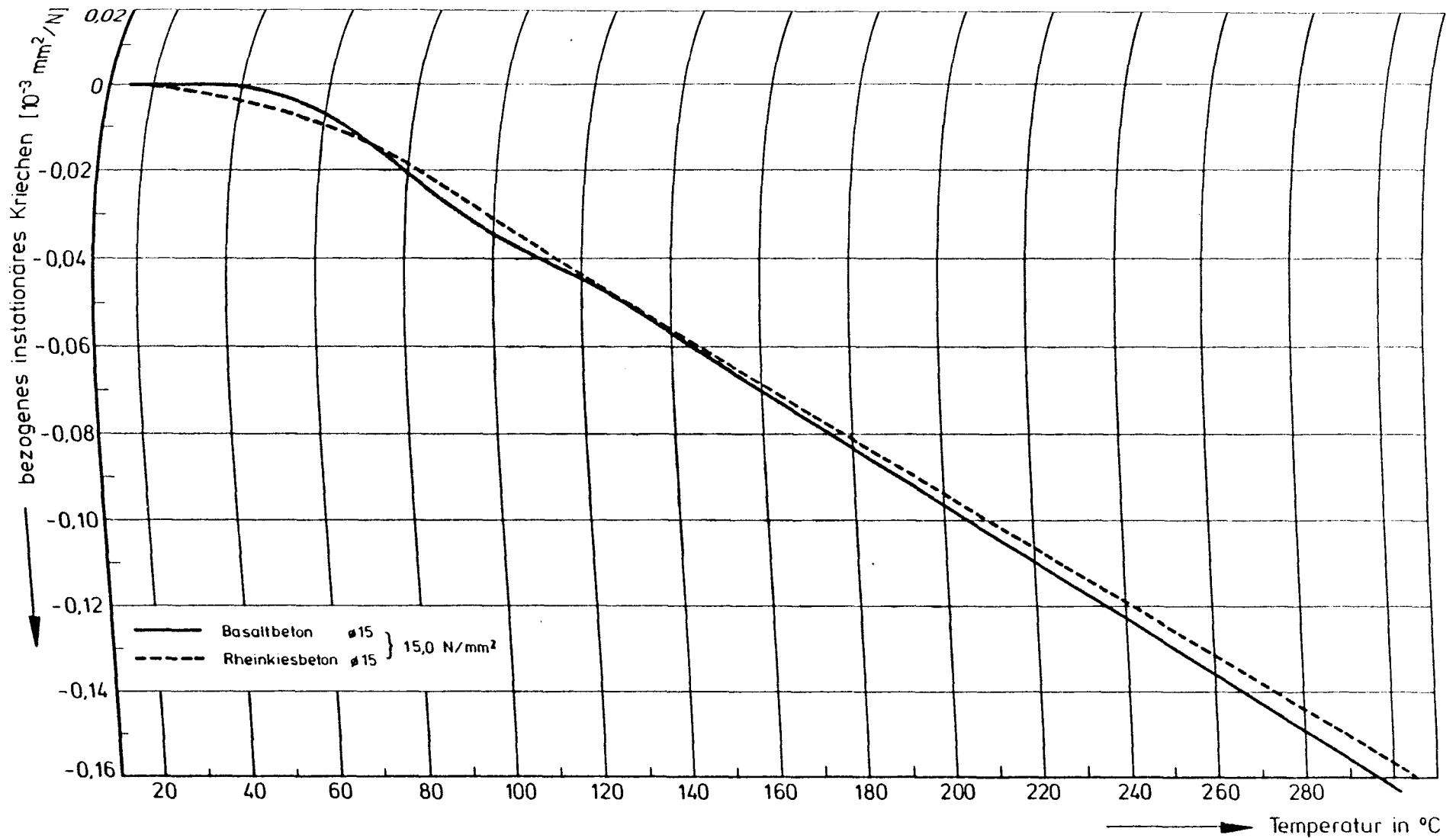


Bild 23: Bezogenes instationäres Kriechen von Basalt- und Rheinkiesbeton

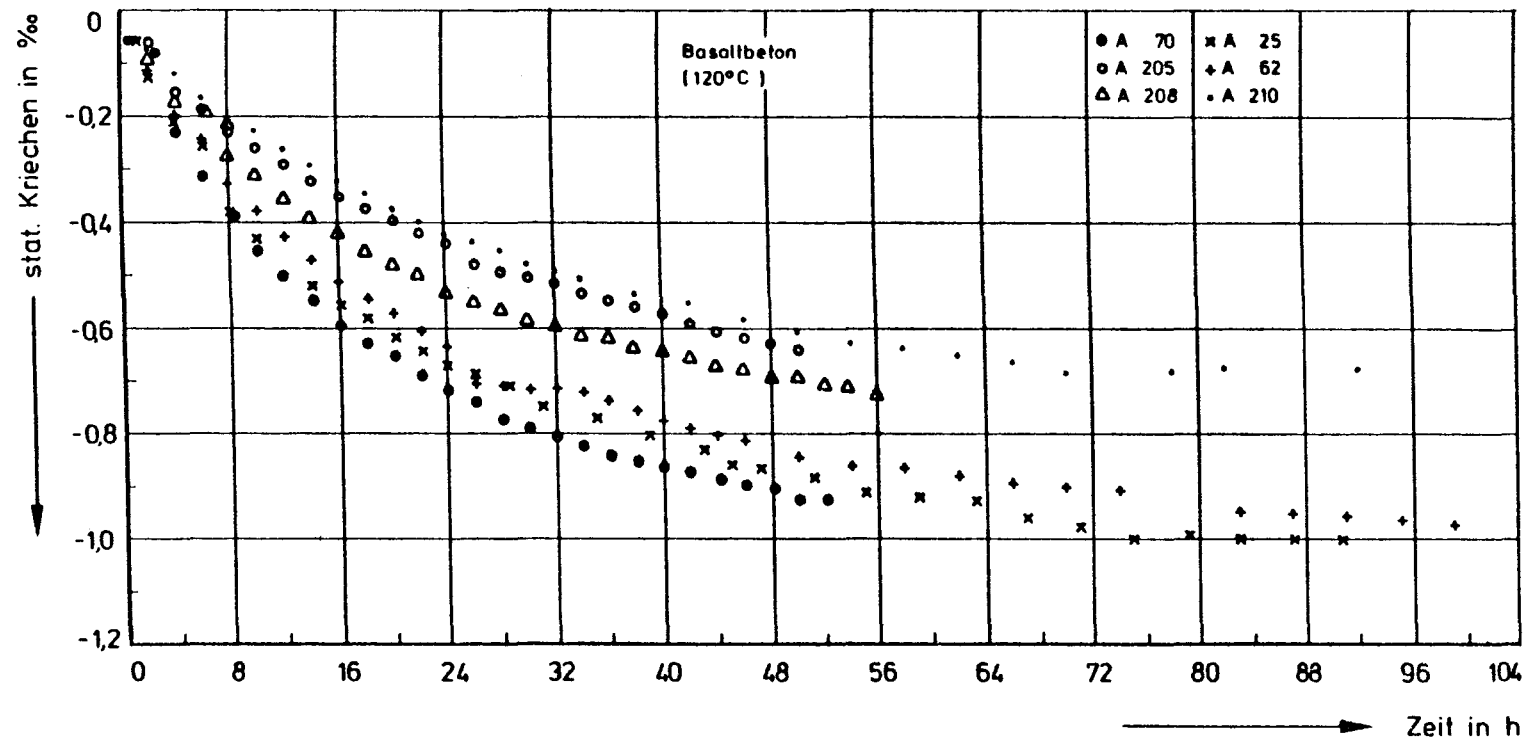


Bild 24: Stationäres Kriechen von Basaltbeton bei 120 °C

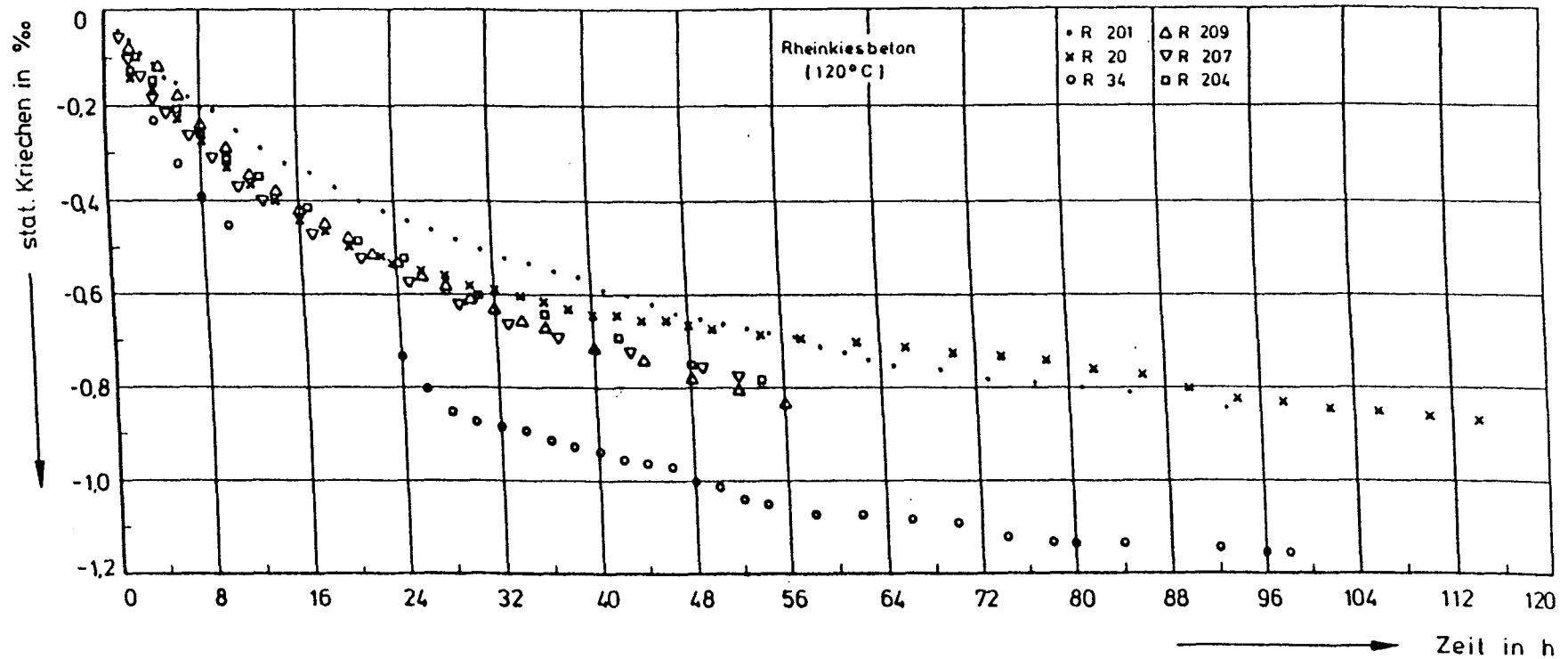


Bild 25: Stationäres Kriechen von Rheinkiesbeton bei 120 °C

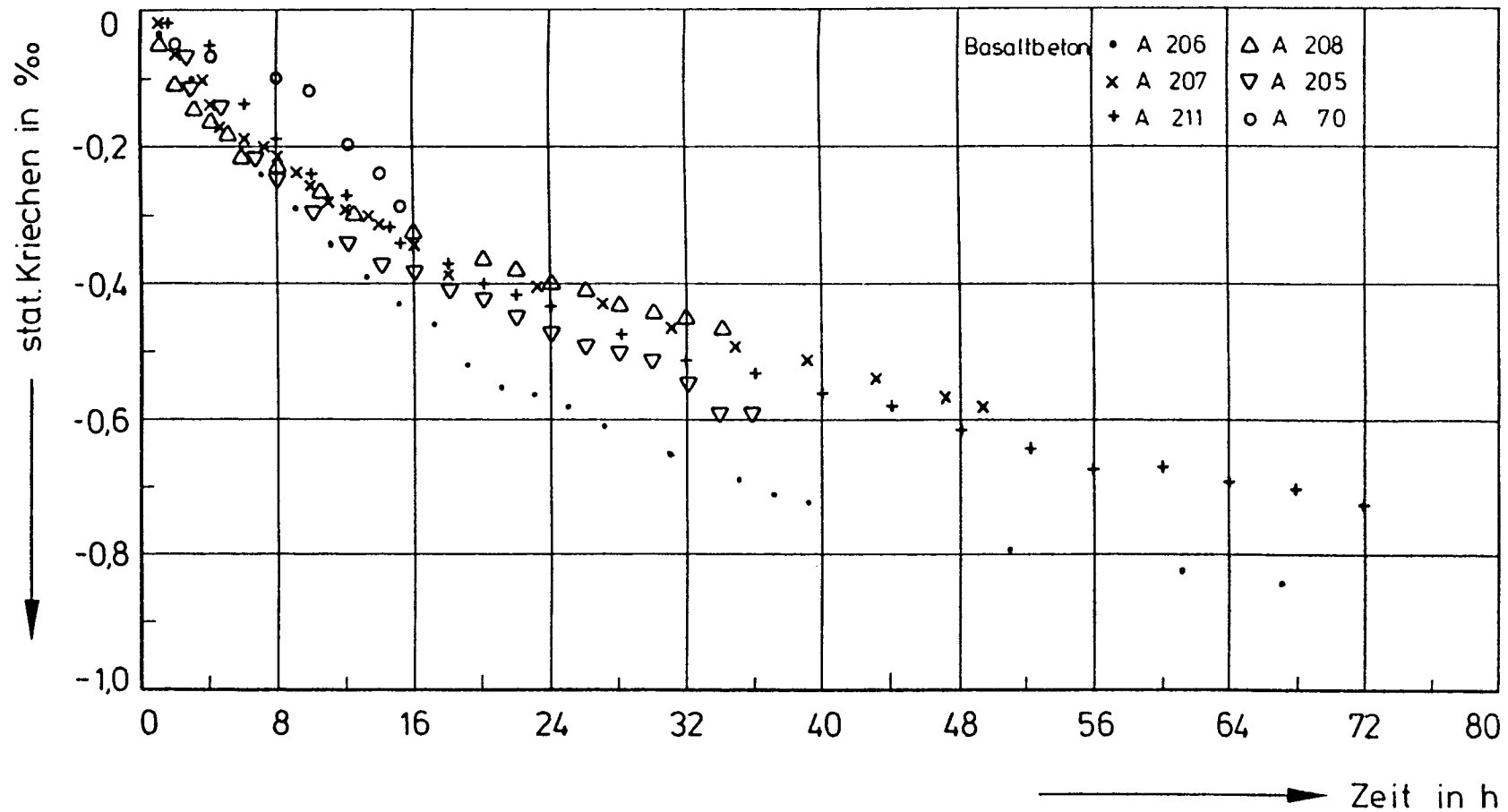


Bild 26: Stationäres Kriechen von Basaltbeton bei 300 °C

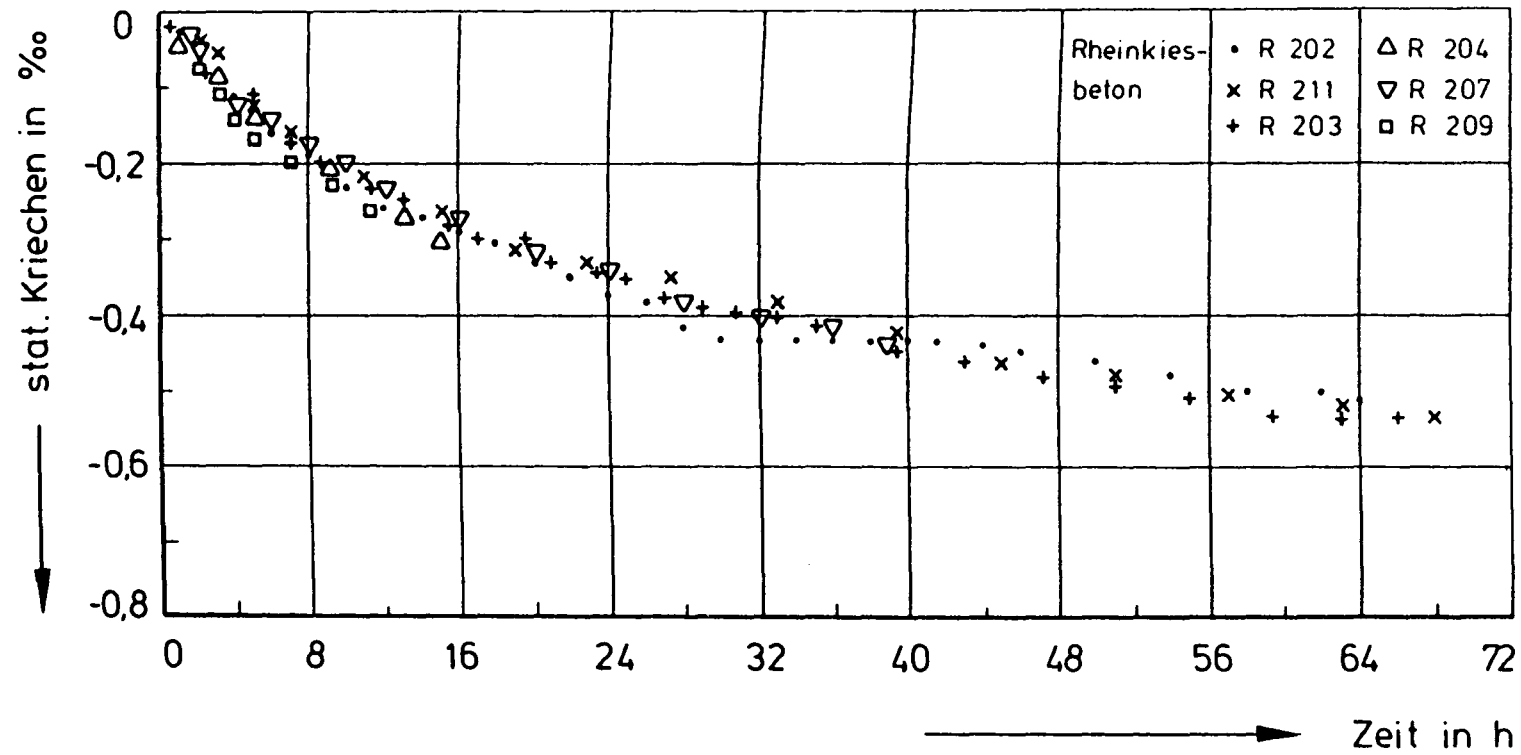


Bild 27: Stationäres Kriechen von Rheinkiesbeton bei 300 °C

Tabelle 4: Im Rahmen der Hochtemperaturkriechversuche ermittelte Ergebnisse von Festigkeits- und E-Moduluntersuchungen am Basaltbeton

Proben-Nr.	Versuch	Restfestigk.		E-Modul (20 °C)		E-Modul ( $\phi$ )		E-Modul (Rest)		Ausgangs-gew. [%]	Endgewicht [g]	Gewichts-verlust [%]	Probenalter b. Versuchs-beg. [d]
		[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]	[kN/mm <sup>2</sup> ]	[%]	[kN/mm <sup>2</sup> ]	[%]	[kN/mm <sup>2</sup> ]	[%]				
A 25	20 °C - 120 °C	72	94,7	44,5	95,7	36,2	77,8	38,4	82,6	13.243	12.905	2,55	470
A 62		67	88,2	41,2	90,0	33,7	73,6	37,5	81,9	13.489	12.891	4,43	445
A 210		65	85,5	48,3	107,3	35,0	77,8	36,5	81,1	13.400	12.872	3,94	114
	$\bar{x} =$	68	89,5	44,7	97,7	35,0	76,3	37,5	81,9	-	-	3,64	-
A 206	20 °C - 300 °C	56	73,7	42,2	93,8	34,6	76,9	25,1	55,8	13.417	12.511	6,75	107
A 211		58	76,3	46,8	104,0	33,6	74,7	25,0	55,6	13.380	12.471	6,79	97
A 207		48	63,2	45,0	100,0	32,5	72,2	24,7	54,9	13.380	12.499	6,58	170
	$\bar{x} =$	54	71,1	44,7	99,3	33,6	74,6	24,9	55,4	-	-	6,71	-
A 208	20 °C	50	65,8	52,8	117,3	35,2	78,2	22,9	50,9	13.410	12.553	6,39	180
A 205	120 °C	51	67,1	45,3	100,7	32,2	71,6	21,7	48,2	13.440	12.530	6,77	150
A 70	300 °C	52	73,2	49,6	109,3	32,3	71,1	24,2	53,3	13.393	12.568	6,16	553
	$\bar{x} =$	51	68,7	49,2	109,1	33,2	73,6	22,9	50,8	-	-	6,44	-

A 25: 100 %  $\cong$  E = 46,5 kN/mm<sup>2</sup>, B<sub>C</sub> = 76 N/mm<sup>2</sup>

A 62: 100 %  $\cong$  E = 45,8 kN/mm<sup>2</sup>, B<sub>C</sub> = 76 N/mm<sup>2</sup>

A 70: 100 %  $\cong$  E = 45,4 kN/mm<sup>2</sup>, B<sub>C</sub> = 71 N/mm<sup>2</sup>

A 205 ... A 211: 100 %  $\cong$  E = 45,0 kN/mm<sup>2</sup>, B<sub>C</sub> = 76 N/mm<sup>2</sup>



Tabelle 5: Im Rahmen der Hochtemperaturkriechversuche ermittelte Ergebnisse von Festigkeits- und E-Moduluntersuchungen an Rheinkiesbeton

Proben-Nr.	Versuch	Restfestigk. [N/mm <sup>2</sup> ]	Restfestigk. [%]	E-Modul (20 °C) [kN/mm <sup>2</sup> ]	E-Modul (20 °C) [%]	E-Modul (20 °C) [kN/mm <sup>2</sup> ]	E-Modul (20 °C) [%]	E-Modul (Rest) [kN/mm <sup>2</sup> ]	E-Modul (Rest) [%]	Ausgangs- gew. [g]	Endgewicht [g]	Gewichtsverlust [%]	Probenalter b. Versuchsbeg. [d]
R 34	20 °C - 120 °C	62	101,6	31,6	100,6	29,2	93,0	33,5	106,7	12.775	12.225	4,31	212
R 20		60	98,4	29,2	93,0	29,2	93,0	27,7	88,2	12.747	12.152	4,67	222
R 201		61	91,0	31,4	93,2	32,6	96,7	31,8	94,4	12.811	12.411	3,12	114
		$\bar{x}$ =	97,0	30,7	95,6	30,3	94,2	31,0	96,4	-	-	4,03	-
R 202	20 °C - 300 °C	51	76,1	34,6	102,7	26,3	78,0	24,4	72,4	12.780	11.954	6,46	100
R 203		47	70,1	34,1	101,2	27,2	80,7	29,0	86,1	12.780	11.947	6,52	124
R 211		51	76,1	36,9	109,5	29,1	86,4	24,1	71,5	12.840	12.010	6,39	134
		$\bar{x}$ =	74,1	35,2	104,5	27,5	81,7	25,8	76,7	-	-	6,46	-
R 209	20 °C	50	74,6	37,3	110,7	27,2	80,7	23,2	68,8	12.770	11.930	6,58	150
R 207	120 °C	43	64,2	39,0	115,7	25,9	76,9	22,9	68,0	12.830	11.997	6,49	163
R 204	300 °C	46	68,7	37,9	112,5	26,3	78,0	22,3	66,2	12.820	11.985	6,51	173
	$\bar{x}$ =	46	69,2	38,1	113,0	26,5	78,5	22,8	67,7	-	-	6,53	-

R 20, R 34: 100 %  $\hat{=}$  E = 31,4 kN/mm<sup>2</sup>, B<sub>C</sub> = 61 N/mm<sup>2</sup>

R 201 ... 211: 100 %  $\hat{=}$  E = 33,7 kN/mm<sup>2</sup>, B<sub>C</sub> = 67 N/mm<sup>2</sup>

Tabelle 6: Restfestigkeiten und E-Moduln von unbelastet temperierten Rheinkies- und Basaltbetonprobekörpern

Proben-Nr.	Versuch	Restfestigk.		E-Modul (20 °C)		E-Modul (20 °C)		E-Modul (Rest)		Ausgangs-gew. [g]	Endgew. [g]	Gewichtsver-lust [%]	Betonalter [d]
		[N/mm <sup>2</sup> ]	[%]	[kN/mm <sup>2</sup> ]	[%]	[kN/mm <sup>2</sup> ]	[%]	[kN/mm <sup>2</sup> ]	[%]				
A 345	20°C - 300°C	52	69,3	51,4	115,8	15,4	34,7	15,8	35,6	13.540	12.619	6,80	580
A 346		54	72,0	51,1	115,1	21,0	47,3	19,0	42,8	13.500	12.627	6,47	580
A 212		56	73,7	43,8	97,3	16,1	35,8	15,2	33,8	13.440	12.556	6,58	301
A 348	20°C - 120°C	62	82,7	53,0	119,4	28,5	64,2	29,0	65,3	13.550	13.217	2,46	606
R 212	20°C - 300°C	49	73,1	38,6	114,5	15,3	45,4	16,0	47,5	12.830	11.960	6,78	212
R 205		49	73,1	36,9	109,5	19,1	56,7	17,9	53,1	12.820	11.976	6,58	183
R 344		48	72,7	34,0	102,7	13,6	41,1	15,5	46,8	12.820	11.963	6,68	400
R 348	20°C - 120°C	63	95,5	38,6	116,6	25,0	75,5	28,5	86,1	12.820	12.553	2,08	385

A 341 - 348 100 %  $\hat{=}$  E = 44,4 kN/mm<sup>2</sup>;  $\beta_C$  = 75 N/mm<sup>2</sup>

A 205 - 212 100 %  $\hat{=}$  E = 45,0 kN/mm<sup>2</sup>;  $\beta_C$  = 76 N/mm<sup>2</sup>

R 341 - 348 100 %  $\hat{=}$  E = 33,1 kN/mm<sup>2</sup>;  $\beta_C$  = 66 N/mm<sup>2</sup>

R 205 - 212 100 %  $\hat{=}$  E = 33,7 kN/mm<sup>2</sup>;  $\beta_C$  = 67 N/mm<sup>2</sup>

BETONHERSTELLUNG BLATT I

Versuchskörper: ...Kriechversuche...HTA-Basalt.(Nr. VI)

Datum: ...5.02.85.....

Prüfer: ...HOFFMANN.....

Baustoffe/m <sup>3</sup> Beton in kg				Baustoffe/250l,...1...Misch. ▼		
	Zuschl.	Wasser	WZ-	Zement	Zuschlag	Wasser
Art: HOZ 45 L	1854	175	045	97,50 kg + 15,00 " EFA-Füller	463,00 kg  12% EV-Sikament v. 3 G = 1,77 kg 0,2% v 3 G = 0,200 kg	4388 kg - 739 E 36,49 kg
Werk: Hoesch - Dortmund						
Lieferung am: 16.10.84						
soll: 390 + 60 Füller ist:						
Trockene Baustoffe kg:						
Frischbetonrohichte kg/dm <sup>3</sup> soll: ist:				Baustoffanteil/Mischung = kg		

Eigenfeuchtigkeit des Betonzuschlages					
	Rheinkies	Basalt			
Korngruppe:	0/2	2/4	4/8	8/11	11/16
Lieferung:	1.10.84				
Einwaage g					
Brutto:	3292				
Tara:	1292				
Netto:	2000				
Auswaage g					
Brutto:	3191	T R O C K E N !			
Tara:	1292				
Netto:	1899				
Verlust g:	101				
Feuchte %:	5,32				

Aufteilung des Betonzuschlages					
Korngruppe:	0/2	2/4	4/8	8/11	11/16
Anteil %:	30	10	10	25	25
Zuschlag tr.:	139,00	46,25	46,25	115,75	115,75
Feuchtigkeit:	7,39	-	-	-	-

BETONHERSTELLUNG BLATT II

Versuchskörper: .HHTA:Basalt..Bet..VI..... Datum: 5.02.85.....

Frischbetonwerte

	ohne BV	mit BV
x1. <u>Ausbreitmaß</u> cm:	28,5	360
x2. <u>Verdichtungsmaß</u> v:	1,15	1,07
x3. <u>Luftporengehalt</u> %:	/	1,25

4. Betonverdichtung:

Flasche Ø 26, Ø 38 mm, Tisch, Bohle, Stochern, Stampfen  
 Verdichtungszeit: .....60..... Sek.

5. Frischbetonrohichte kg/dm<sup>3</sup>: ....2,52.....

Form Nr. :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Form+Beton:	10,14	10,07	10,17	10,08	10,18	10,11	10,29	10,08	10,25	10,03	10,18	10,00
Form leer :	1,61	1,60	1,60	1,56	1,66	1,60	1,80	1,57	1,76	1,61	1,63	1,56
Beton :	8,53	8,47	8,57	8,52	8,52	8,51	8,49	8,51	8,49	8,42	8,55	8,52
kg/dm <sup>3</sup> :	2,53	2,51	2,54	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,52	2,49	2,53	2,52

Form Nr. :	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Form+Beton:												
Form leer :												
Beton :												
kg/dm <sup>3</sup> :												

Versuchs-Auftrag: Kriechversuche HHTA-Basalt Bet. VI

STONPROFUNDEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper:	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	Ø15; h=30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	Ø15; h=35	
	20x20x20			Ø20; h=80	

(12) Versuche Ehm  
AW 213 - 224

20x18; h=30 z.B.V. Nr. A221-240

Prüfkörper, Prüfung (zutreffendes ankreuzen)	Bezeichnung	Herstellung	Lagerung <sup>+) </sup>	Prüfung <sup>++) </sup>	
				Alter	Datum
Prüf: Druckfestigkeit	19/85    AW 201	5.02.85	Bis zum Prüftag unter Wasser	7 Tg	12.02.85/
	"    " 202				
	"    " 203				
	AW 204				
	"    " 205				
"	"    " 206	"	"	28 "	5.03.85/
"	AW 207	"	"	90 "	6.05.85/
"	"    " 208	"	"		
"	"    " 209	"	"		
"	AW 210	"	"	360 "	31.01.86/
"	"    " 211	"	"		
"	"    " 212	"	"		
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Biegezugfestigkeit					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)	19/85    A 201	5.02.85	Bis zum Prüftag unter Wasser	90 Tg	6.05.85/
	"    " 202				
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)	"    " 203				
	19/85    A 204	5.02.85	"    "	Prüfung nach Angabe!	
	- 212				
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					
Prüfen: Druckfestigkeit (Modul)					

Versuchs-Auftrag: Kriechversuche HHTA - Basalt Bet. VI

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
3	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

X Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

*Lagerung in Wasser*

Bezeichng.	Herstellg. am	Prüfung am <sup>+) </sup>	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruch- last kN	N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				
19/85 201	6.2.85	12.2.85	7	150	150	150		8,58	2,54	922	41
4W 202				150	150	150		8,54	2,53	920	41
203				150	150	150		8,58	2,54	988	44
									2,54		42

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen


<sup>+)</sup>  Prüfung im Alter von (Tg)

Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)

Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)

Prüfung bei Versuchsende (VE)

Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: Schenck Triebel 5000 kN

Prüfer: *g*

Versuchs-Auftrag:

Kriechversuche HHTA -Basalt Bet. VI

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
3	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit
 Lagerung im Wasser

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichng.	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm³	Bruchlast kN	B N/mm²
				l	b	h	d				
7/85 204				150	150	150		8,58	2,54	1506	67
W 205	5.2.85	5.3.85	28	150	150	150		8,58	2,54	1538	69
206				150	150	150		8,58	2,54	1350	60
									2,54		66

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen


Prüfung im Alter von (Tg)
 Prüfmaschine: KAK 2000 kN

Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)
 Prüfer:

Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)

Prüfung bei Versuchsende (VE)

Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Antragsteller:

Sachbearbeiter:

—59—

Bearb.-Nr.:

98/3903

Beton-Nr.:

19/85

Versuchs-Auftrag:

Knechversuche AHTA-Basalt Bet. UBETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
3	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

X Würfel: Druckfestigkeit  
 Platten: Wasserundurchlässigkeit

Lagerung im Wasser

Bezeichng.	Herstellg. am	Prüfung am <sup>+</sup> )	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	N/A
				l	b	h	d				
19/85 207	S.2.85	65,85	90	150	150	150		8,56	2,54	1845	8
208				150	150	150		8,60	2,55	1743	7
4-W 209				150	150	150		8,58	2,54	1718	7
									2,54		

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul

Balken: Biegezugfestigkeit

Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

<sup>+</sup>) Prüfung im Alter von  
 Prüfung bei Versuchsbeginn (Tg)  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung (VB)  
 Prüfung bei Versuchsende (VD)  
 Prüfung nach Angabe (VE)  
 (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: Schenck Trebel 3000 kN  
 Prüfer: J



Antragsteller:	- 60 -	Bearb.-Nr.:	Beton-Nr.:
Sachbearbeiter:		98/3903	19/85

Versuchs-Auftrag: Kriechversuche A4TA-Besalt Bet. VI

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel		Prismen		Balken		Zylinder		Platten	
	10x10x10		15x15x70		10x15x70		d15;h 30		20x20x12	
	3 15x15x15		20x20x90		15x15x70		d15;h 35			
	20x20x20						d20;h 80			

Würfel: Druckfestigkeit  
 Platten: Wasserundurchlässigkeit

*Legierung im Wasser*

Bezeichng.	Herstellg. am	Prüfung am <sub>+</sub> )	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	R N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				
19/85 210	S 12.85	31.1.86	360	150	150	150		8,50	2,52	1865	83
211				152	150	150		8,60	2,51	1800	79
212				151	150	150		8,60	2,53	1888	83
									2,52		82

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen


Prüfung im Alter von	(Tg)	Prüfmaschine: Schenck Tribel 5000 KN
Prüfung bei Versuchsbeginn	(VB)	Prüfer: Z
Prüfung bei Versuchsdurchführung	(VD)	
Prüfung bei Versuchsende	(VE)	
Prüfung nach Angabe	(Angabe eintr.)	



# Angaben zur Einstellung des Meßschrankes ( $\epsilon$ ) und des Steuerpultes (E) der 5000 kN-Treibe

- 1 Zu F: Anschluß an Bu 2
- 11 Belastung bis  $F_{Bruch}$  1,3  
Meßbereich: 1/5  
Schreibverstärkung: 200 mV/cm  
Maßstab: 100 mm  $\approx$  200 kN
- 12 Belastung bis  $F_{Bruch}$   
Meßbereich: 1/5  
Schreibverstärkung: 500 mV/cm  
Maßstab: 20 mm  $\approx$  100 kN
- 2 Zu E: Geber ABC 200  
W2 TK (4169, 4171)  
Anschluß an KWS 3073 (69294)  
Brückenart:  $U_B = 2,5 V$   
Kalibrierung im MB 5 mV/V 842 d  
Messung im MB 20 mV/V
- 21 Belastung bis  $F_{Bruch}$  1,3  
Schreibverstärkung: 50 mV/cm  
Maßstab: 40 mm  $\approx$  0,1 %
- 22 Belastung bis  $F_{Bruch}$   
Schreibverstärkung: 200 mV/cm  
Maßstab: 10 mm  $\approx$  0,1 %

Beard. Nr.	98/3103	b/B $\approx$ 150 cm	BELASTUNG	SPANNUNG (N/mm <sup>2</sup> )	VERFORMUNG (% $\epsilon$ )	E $\frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$
Sachbearbeiter	h. D. H. 1. 1. 43	A $\approx$ 177,0 cm <sup>2</sup>	$F_u$	$\sigma_u$	$\Delta \epsilon$	$E_u$
Versuchsbez.	11/85	h $\approx$ 50,2 cm	$F_0$	$\sigma_0$	$\Delta \epsilon$	$E_u$
Probe Nr.	A 20	G $\approx$ 13,494 kg	kN	kN		
hergestellt	05.05.55	V $\approx$ 2,55 kg/dm <sup>3</sup>	20	440	1,13	23,46
geprüft	06.05.55	B				22,03
Betondalter (Tage)	90	$\beta_w \approx$ 78 N/mm <sup>2</sup>				0,418
Prüfer	V	$\beta_p \approx$ N/mm <sup>2</sup>				0,556
						0,491
						0,47
						0,544
						0,497
						44,3
						44,3
						44,3
						44,3

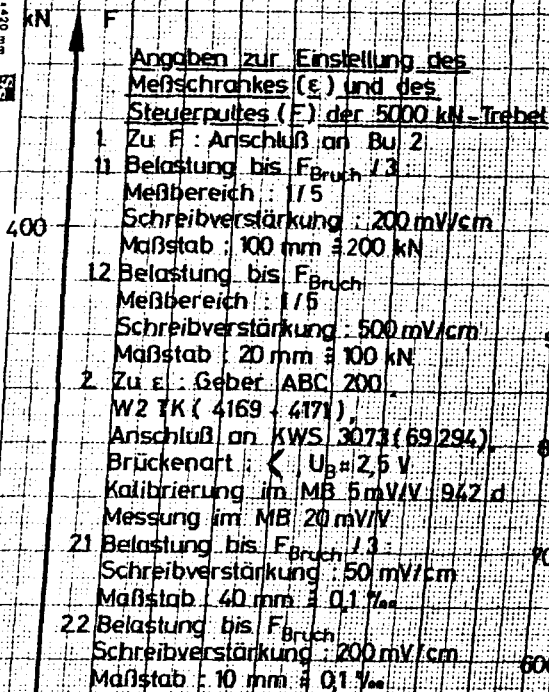
## BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1 Lastspiel	$E_{e1}$	- Belastung
	$E_{e1}$	- Entlastung
10 Lastspiel	$E_{e10}$	- Belastung
	$E_{e10}$	- Entlastung

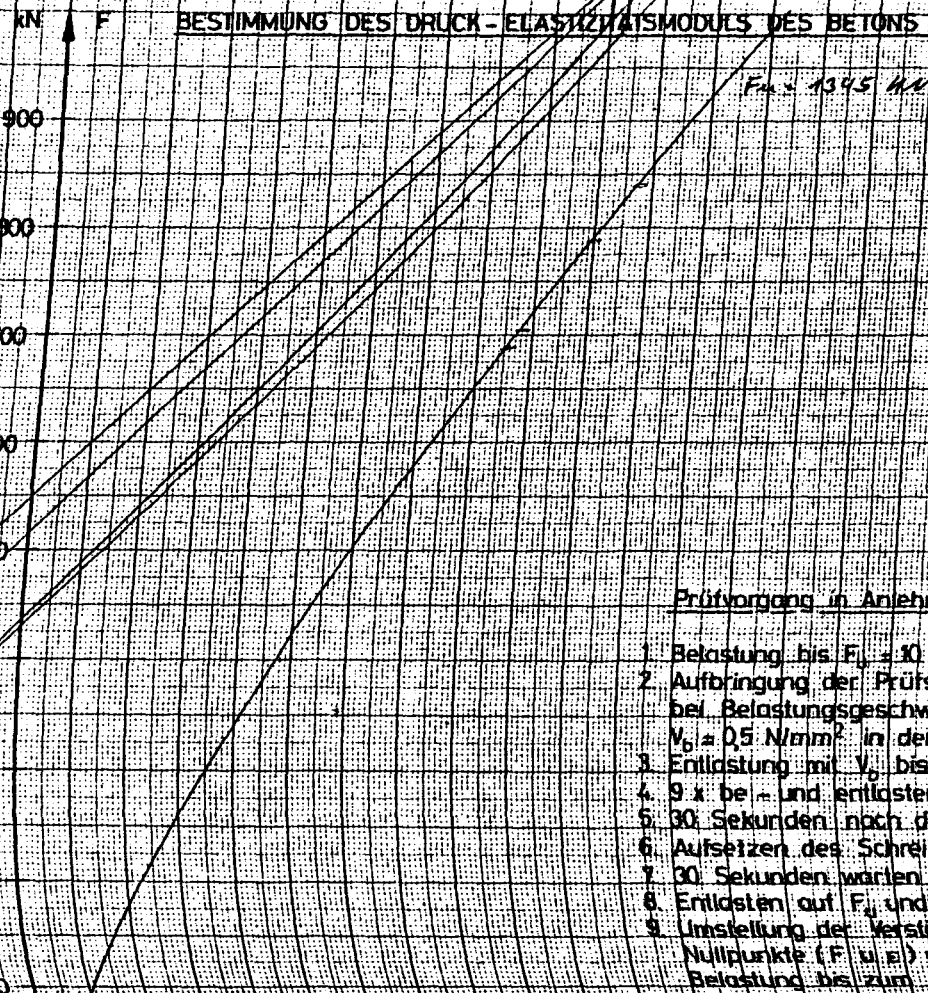
$$F_m = 135,3 kN$$

## Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 1

- 1 Belastung bis  $F_0 = 10 kN$ , Aufsetzen des Schreibers
- 2 Aufbringung der Prüfspannung  $F_{Bruch}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $V_0 = 3 A$
- 3 Entlastung mit  $V_0$  bis  $F_0$ , Abheben des Schreibers
- 4 9 x be- und entlasten mit  $V_0$  ohne Messung
- 5 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_0$  warten
- 6 Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_0$
- 7 30 Sekunden warten
- 8 Entlasten auf  $F_0$  und Abheben des Schreibers
- 9 Umstellung der Verstärkung, Neu-einstellung der Nullpunkte (F u  $\epsilon$ ) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $V_0$

[illegible]

KN	F	BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS
----	---	--



1 Lastspiel	$F_{11}$	1 - Belastung
	$F_{10}$	1 - Entlastung
10 Lastspiel	$F_{101}$	10 - Belastung
	$F_{100}$	10 - Entlastung

Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

- 1 Belastung bis  $F_{0.1} \approx 10 \text{ kN}$ , Aufsetzen des Schreibers
- 2 Aufbringung der Prüfspannung  $F_{Bruch}$   
bei Belastungsgeschwindigkeit  $\dot{F}_0 = 1 \text{ A}$
- 3  $\dot{V}_0 \approx 0.5 \text{ N/mm}^2$  in der Sekunde
- 4 Entlastung mit  $\dot{V}_0$  bis  $F_0$ , Abheben des Schreibers
- 5 9 x bei  $F_0$  und entlasten mit  $\dot{V}_0$  ohne Messung
- 6 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_0$  warten
- 7 Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_0$
- 8 30 Sekunden warten
- 9 Entlasten auf  $F_0$  und Abheben des Schreibers
- 10 Umstellung der Verstärkung, Neueneinstellung der Nullpunkte ( $F_u$  und  $F_0$ ) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $\dot{V}_0$





Antragsteller:

-65-

Bearb.-Nr.

Lfd.-Nr.

Sachbearbeiter:

98/3903

38/85

## BETONHERSTELLUNG BLATT I

Versuchskörper: .HHT.R (Rheinkies-Beton). Serie..VII....

Datum: ...1.04.85.....

Prüfer: ...HOFFMANN.....

Baustoffe/m<sup>3</sup> Beton in kg

Baustoffe/250l, .1...Misch

	Zuschl.	Wasser	WZ-	Zement	Zuschlag	Wasser
Art: HDZ 45L						
Werk: Hoesch - Dortmund				100,0 kg	444,50 kg	42,00
Lieferung am:				+ 12,5 l EFA-Füller		42,00
soll: 400 + 50 Füller	1778	168	0,42			
ist:						
Trockene Baustoffe kg:						
Frischbetonrohichte kg/dm <sup>3</sup>				Baustoffanteil/Mischung		
soll: ist:				= kg		

Eigenfeuchtigkeit des Betonzuschlages

Korngruppe:	0/1	VIENENBUKE 0/2	2/8	Rheinkies 8/16	16/
Lieferung:		1.10.84		Fa. Essen	
Einwaage g					
Brutto:					
Tara:					
Netto:					
Auswaage g					
Brutto:					
Tara:					
Netto:					
Verlust g:					
Feuchte %:					

Aufteilung des Betonzuschlages

Korngruppe:	0/1	0/2	2/8	8/16
Anteil %:		30		70
Zuschlag tr.:		133,30		311,20
Feuchtigk. kg:				

BETONHERSTELLUNG BLATT II

Versuchskörper: .HHT.R.- Beton. Nr. VII..... Datum: 1.04.85.....

Frischbetonwerte	ohne BV	mit BV
1. Ausbreitmaß cm:	26,5	35,8
2. Verdichtungsmaß v:	1,28	1,04
3. Luftporengehalt %:	/	1,4

4. Betonverdichtung:

Flasche  $\varnothing$  26,  $\varnothing$  38 mm, Tisch, Bohle, Stochern, Stampfen  
Verdichtungszeit: .....60..... Sek.

5. Frischbetonrohichte kg/dm<sup>3</sup>: .....2,40.....

Form Nr. :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Form+Beton:	9,67	9,71	9,71	9,76	9,76	9,73	9,70	9,66	9,73	9,66	9,74	9,7
Form leer :	1,62	1,64	1,63	1,66	1,63	1,62	1,61	1,60	1,60	1,56	1,66	1,60
Beton :	8,05	8,07	8,08	8,10	8,07	8,11	8,09	8,06	8,07	8,10	8,08	8,1
kg/dm <sup>3</sup> :	2,39	2,39	2,39	2,40	2,39	2,40	2,40	2,39	2,41	2,40	2,39	2,40

Form Nr. :	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Form+Beton:												
Form leer :												
Beton :												
kg/dm <sup>3</sup> :												

	Einwaage	Auswaage	Frischbeton-Darrprobe
H <sub>0</sub>	3278	3143	
g	1278	1278	
o	2000	1865	
ist	—	135g	
	—	<u>7,24</u>	

Antragsteller:	DR. DIEDERICH	Bearb.-Nr.: 98/3903	Beton- 38/85
----------------	---------------	---------------------	-----------------

Versuchs-Auftrag: HHTR-Beton Kriechversuche VII

BETONPROFUNDEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper:	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10 12 15x15x15 12 20x20x20	15x15x70 20x20x90	10x15x70 15x15x70	12 Ø15; h=30 Ø15; h=35 Ø20; h=80	20x20x12

12 Ø8; n=30

Prüfkörper, Prüfung (Zutreffendes ankreuzen)	Bezeichnung	Herstellung	Lagerung <sup>*)</sup>	Prüfung <sup>++)</sup>		
				Alter	Datum	
<u>Würfel:</u> Druckfestigkeit	38/85 RW 201	1.04.85	Bis zum Prüftag unter Wasser	7 Tg	8 Tage	
	" " 202				9.04.	
	" " 203					
	" " 204					
	" " 205					
	" " 206					
<u>Würfel 20x20x20</u>	" " 207	"	"	28 "	29.04.	
	" " 208	"	"	90 "	30.06	
	" " 209	"	"			
	" " 210	"	"			
	" " 211	"	"			
	" " 212	"	"	360	27.03	
<u>Prismen:</u> Druckfestigkeit E-Modul	38/85	Braxial-Versuche (Ehm)				
	RW 213-224					
<u>Balken:</u> Biegezugfestigkeit						
<u>Zylinder: Ø 8/30</u> <del>Spaltzugfestigkeit</del>	38/85 - R 221	1.04.85	Bis zum Prüftag im Wasser	z. b. V.	38.06.	
	" " 222					
<u>Druckfestigkeit</u> <u>E-Modul</u> Ø 15/30	38/85 " 201	1.04.85		90 Tg		
	" " 202					
	" " 203					
	" " 204					
<u>Schwinden</u> <u>Kriechen</u> Ø 15/30	38/85					
	R 201 - R 212					
<u>Platten:</u> Wasserundurchlässigkeit						

\*) Lagerung wie Versuchskörper (VW)

\*) Lagerung wie Versuchskörper (VK)  
Lagerung nach DIN 1048 (1048)  
Lagerung nach Angabe (Angabe eintr.)

++) Prüfung im Alter von  
Prüfung bei Versuchsbeginn  
Prüfung bei Versuchsdurchführung  
Prüfung bei ...

(Tg)  
(Vg)  
(Vd)  
(Vf)  
23/03/2016



Versuchs-Auftrag:

H4TR - Beton Kriechversuche VII

TONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
3	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Zeichng.	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	R N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				
3/85 201	01.04.85	09.04.85	8	150	150	150		8,10	2,40	1026	46
W 202				150	150	150		8,12	2,41	1049	47
203				150	150	150		8,12	2,41	1055	47
									2,41		47

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen


Alter im Alter von  
 bei Versuchsbeginn  
 bei Versuchsdurchführung  
 bei Versuchsende  
 nach Angabe

(Tg)  
 (VB)  
 (VD)  
 (VE)  
 (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: Schenck Trelat 5000 kN  
 Prüfer: *[Signature]*

Antragsteller:	Bearb.-Nr.:	Beton-Nr.:
Sachbearbeiter: <u>Dr. Dedering</u>	69 98/3903	38/85

Versuchs-Auftrag:

HHTR - Beton Kriechversuche VII

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
3	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

*Legung im Wasser?*

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	B N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				
38/85 204				150	150	150		8,16	2,42	1439	64
RW 205	01.04.85	29.04.85	28	150	150	150		8,14	2,41	1443	64
206				150	150	150		8,16	2,42	1379	61
									2,42		63

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul

Balken: Biegezugfestigkeit

Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

- +) Prüfung im Alter von (Tg)  
 Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)  
 Prüfung bei Versuchsende (VE)  
 Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: Schenck Tubel 5000 II  
 Prüfer: *g*

Antragsteller:  
Sachbearbeiter: Dr. Dieckmanns — 70 —

Bearb.-Nr.: 98/3903

Beton-Nr.: 38/85

Versuchs-Auftrag: HAAR - Beton Kriechversuche

BETONPRÜFUNGEN									
Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel		Prismen		Balken		Zylinder		Platten
	10x10x10		15x15x70		10x15x70		d15; h 30		20x20x12
	15x15x15		20x20x90		15x15x70		d15; h 35		
	20x20x20						d20; h 80		

Würfel: Druckfestigkeit  
Platten: Wasserundurchlässigkeit

Lagerung im Wasser?

Wasserundurchlässigkeit											
Bezeichnung.	Herstellg. am	Prüfung am <sup>+) </sup>	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruch- last kN	R N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				
8/85 207	01.04.85	30.06.85	90	151	151	150		8,16	2,39	1599	70
208				150	151	150		8,12	2,39	1488	66
209				151	151	150		8,20	2,40	1618	71
								2,39		69	

Balken: Biegezugfestigkeit											

Platten: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen											

Balken: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen											

ung im Alter von  
ung bei Versuchsbeginn  
ung bei Versuchsdurchführung  
ung bei Versuchsende  
ung nach Angabe

(Tg)  
(VB)  
(VD)  
(VE)  
(Angabe eintr.)

Prüfmaschine:  
Prüfer:

Antragsteller:	Bearb.-Nr.: 98/3903	Beton-Nr.: 38/85
Sachbearbeiter: Dr. Dietherichs - 71 -		

Versuchs-Auftrag: 44TR - Beton Kriechversuche VII

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel		Prismen		Balken		Zylinder		Platten	
	10x10x10		15x15x70		10x15x70		d15;h 30		20x20x12	
	15x15x15		20x20x90		15x15x70		d15;h 35			
	20x20x20						d20;h 80			

X Würfel: Druckfestigkeit  
 Platten: Wasserundurchlässigkeit

*Legierung im Wasser!*

Bezeichng.	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm³	Bruchlast kN	B N/mm²
				l	b	h	d				
38/85 210				15,1	150	150		8,16	2,40	1671	74
RW 211	01.04.85	27.03.86	360	15,1	150	150		8,16	2,40	1734	77
212				15,1	150	150		8,18	2,41	1650	73
									2,40		75

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul

Balken: Biegezugfestigkeit

Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

+)  
 Prüfung im Alter von (Tg)  
 Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)  
 Prüfung bei Versuchsende (VE)  
 Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: Schenck Triebel 5000 kN  
 Prüfer: G

58/85-

HSTR - Beton Kriechversuch  $v_{II}$

Lagerung im Wasser!

Prüfmaschine:  
Prüfer: *ll*

Sachbearbeiter:

Dr. Diekerichs

98/3903

38/85

Versuchs-Auftrag:

HSTR - Beton Kriechversuche VII

## BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	3 d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Lagerung im Wasser!

[illegible]

prismen: Druckfestigkeit - E-Modul

[illegible]

**Balken: Biegezugfestigkeit**

[illegible]

Zylinder: Druckfestigkeit - ~~Spaltzugfestigkeit~~ - E-Modul - ~~Schwinden~~ - ~~Kriechen~~

[illegible]

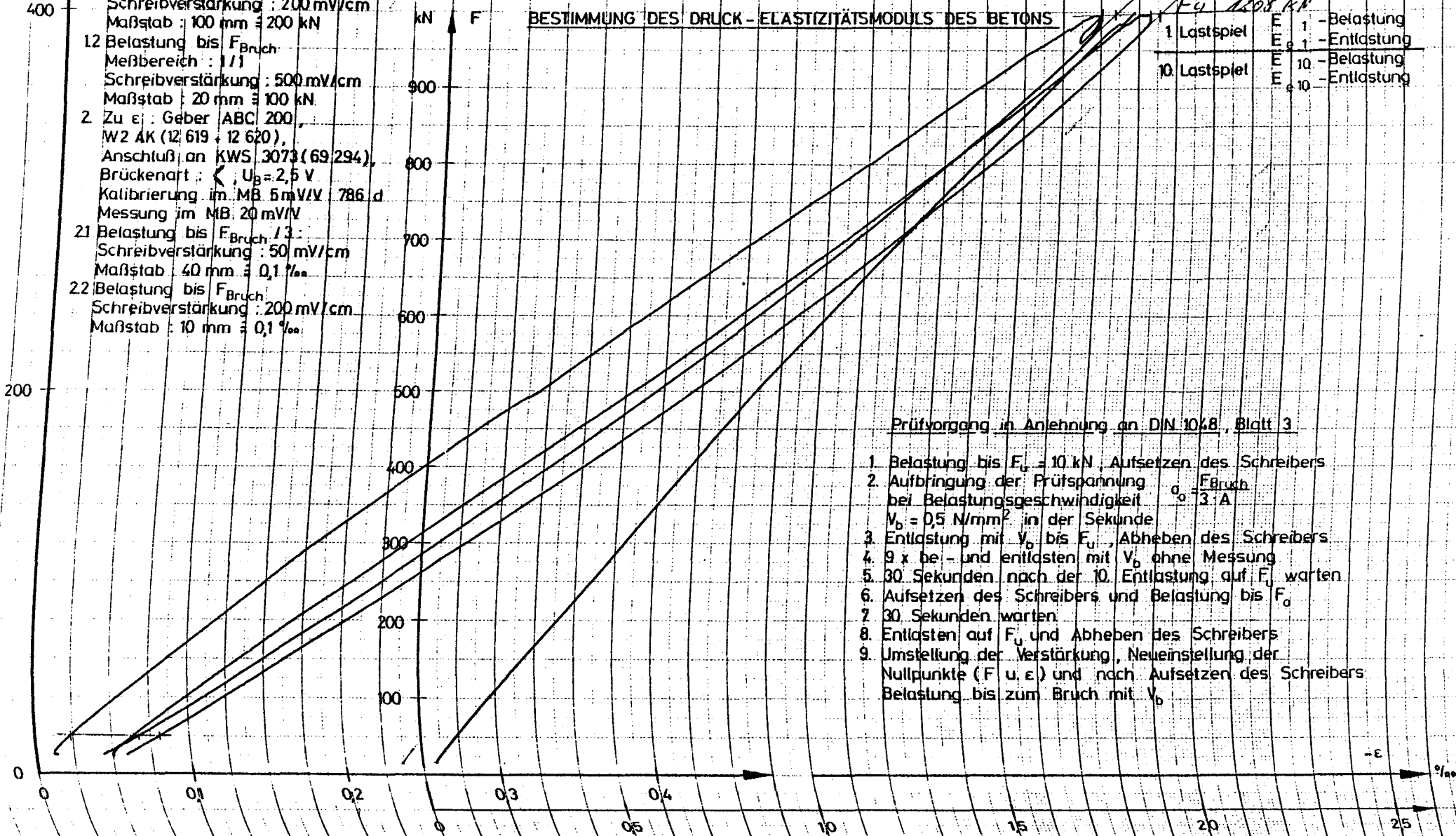
- |                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| +) Prüfung im Alter von          | (Tg)            |
| Prüfung bei Versuchsbeginn       | (VB)            |
| Prüfung bei Versuchsdurchführung | (VD)            |
| Prüfung bei Versuchsende         | (VE)            |
| Prüfung nach Angabe              | (Angabe eintr.) |

Prüfer:



22 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$   
Schreibverstärkung : 200 mV/cm  
Maßstab : 10 mm : 0,1 %

Bearb. Nr.	98-159-03	bld =	15,0 cm											E = $\frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$
Sachbearbeiter:	D. Pödenphant	A =	173,6 cm <sup>2</sup>											-10 <sup>3</sup>
Versuchsbez.	38° 18' 5"	h =	24,1 cm		F <sub>u</sub>	F <sub>o</sub>								N/mm <sup>2</sup>
Probe Nr.	R 208	G =	11,236 kg		kN	kN								
hergestellt	1. 4. 85	γ =	241 kg/dm <sup>3</sup>	E	20	400	1,13	22,60	21,47	0,024	0,676	0,652	32,9	
geprüft	19. 9. 85	B =		E <sub>e</sub>	"	"	"	"	"	0,088	0,685	0,647	34,8	
Betonalter (Tage):	171	β <sub>v</sub> =	N/mm <sup>2</sup>	E <sub>10</sub>	"	"	"	"	"	0,064	0,708	0,644	33,3	
Prüfer		β <sub>o</sub> =	N/mm <sup>2</sup>	E <sub>10</sub>	"	"	"	"	"	0,081	0,714	0,633	33,9	



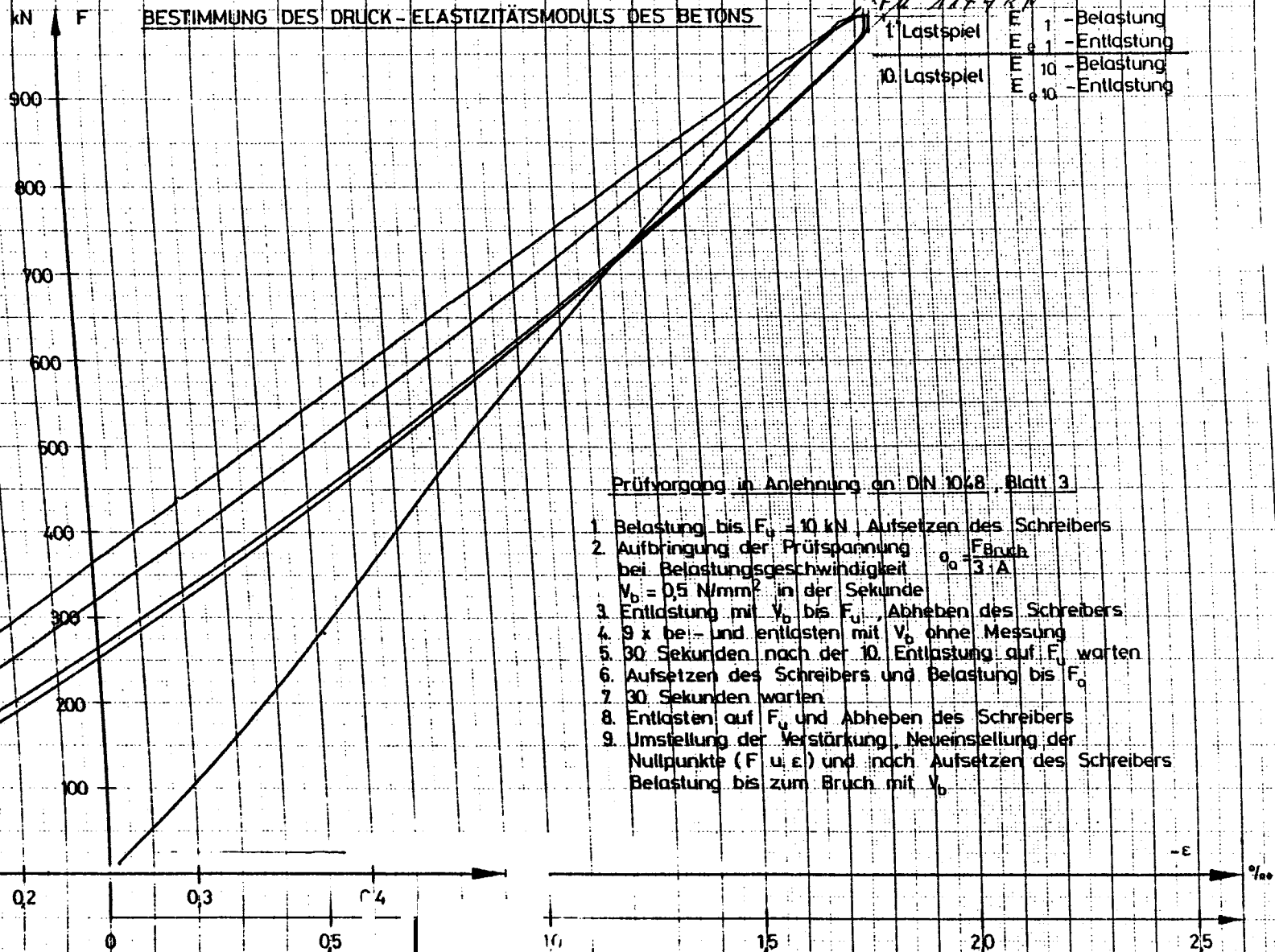
Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis  $F_u = 10 \text{ kN}$ , Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_0 = \frac{F_{\text{Bruch}}}{3 \cdot A}$   
bei Belastungsgeschwindigkeit  $V_b = 0,5 \text{ N/mm}^2$  in der Sekunde
3. Entlastung mit  $V_b$  bis  $F_u$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $V_b$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_u$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_0$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_u$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte ( $F$  u.  $\epsilon$ ) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $V_b$



Bearb. Nr.	271.2005	d/d =	127,4 cm	BELASTUNG		SPANNUNG [N/mm <sup>2</sup> ]		VERFORMUNG [%]			E = $\frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon}$	
Sachbearbeiter:	Dr. P. Diederichs	A =	177,0 cm <sup>2</sup>	F <sub>u</sub>	F <sub>0</sub>	$\sigma_u$	$\sigma_0$	$\Delta\sigma$	$\epsilon_u$	$\epsilon_0$	$\Delta\epsilon$	-10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
Versuchsbez.	38/85	h =	30,0 cm	kN	kN							
Probe Nr.	R 210	G =	11,71 kg									
hergestellt	1.4.85	Y =	2,40 kg/dm <sup>3</sup>	E								
geprüft	13.8.85	B =		E <sub>e</sub>								
Betonalter (Tage):	174	$\beta_w$ =	N/mm <sup>2</sup>	E <sub>10</sub>								
Prüfer		$\beta_p$ =	N/mm <sup>2</sup>	E <sub>e10</sub>								

- Meßschrankes (E) und des Steuerpulses (F) der 2000 kN - MAN
- Zu F: P3M 200 bar (F-Nr. 26 242)  
an KWS 3050/1, MB 2000  $\mu$ m/m  
MB 5000  $\mu$ m/m  $\pm$  790 d im  
Belastung bis  $F_{Bruch}$  13  
Meßbereich : 1/5  
Schreibverstärkung : 200 mV/cm  
Maßstab : 100 mm  $\pm$  200 kN
  - Belastung bis  $F_{Bruch}$   
Meßbereich : 1/1  
Schreibverstärkung : 500 mV/cm  
Maßstab : 20 mm  $\pm$  100 kN
  - Zu  $\epsilon$ : Geber ABC 200,  
W2 AK (12 619, 12 620),  
Anschluß an KWS 3073 (69 294),  
Brückenart :  $\epsilon$ ,  $U_B = 2,5$  V  
Kalibrierung im MB 5 mV/V 786 d  
Messung im MB 20 mV/V
  - Belastung bis  $F_{Bruch}$  13  
Schreibverstärkung : 50 mV/cm  
Maßstab : 40 mm  $\pm$  0,1 %
  - Belastung bis  $F_{Bruch}$   
Schreibverstärkung : 200 mV/cm  
Maßstab : 10 mm  $\pm$  0,1 %



Antragsteller:  
Sachbearbeiter:

77  
Dr. Diederichs

Bearb.-Nr.:  
98/3903

Betón-Nr.:  
8/84

Versuchs-Auftrag:

20°C 5cl      20°C 2cl  
A25

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	1 d15;h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichng.	Herstellg. am	Prüfung am <sup>+) </sup>	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm³	Bruchlast kN	N/
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul

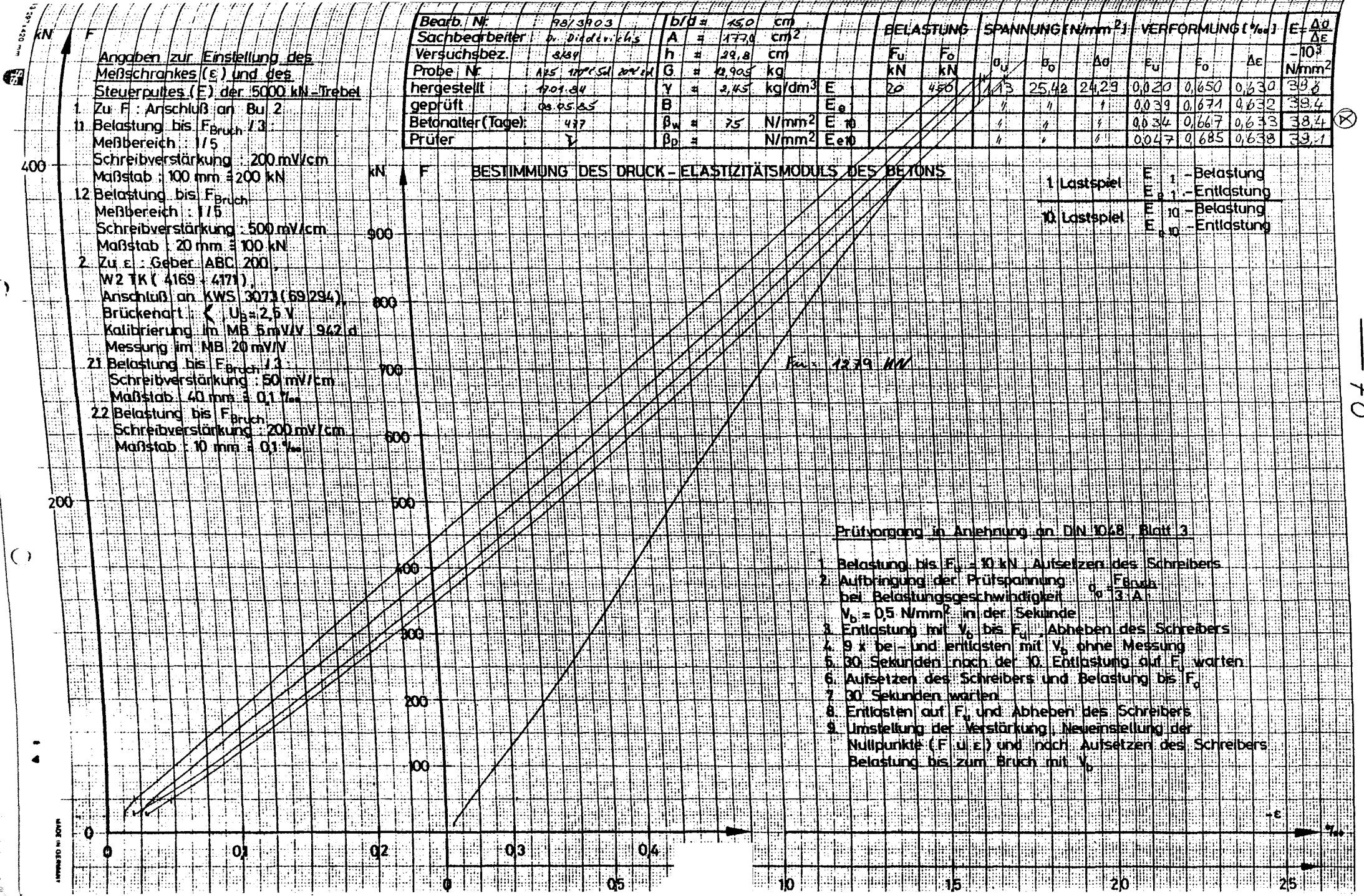

Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

8/84	A25										
17.01.84	17.01.84	08.05.85	477		29.8	150	12.905	2.45		1279	3

- <sup>+)</sup>  Prüfung im Alter von (Tg)  
Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)  
Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)  
Prüfung bei Versuchsende (VE)  
Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: Schenck Trebel 5000  
Prüfer: T



Antragsteller:  
Sachbearbeiter:

Dr. Diederichs

79

Bearb.-Nr.:

98/3903

Beton-Nr.:

19/84

Versuchs-Auftrag:

120°d 5d 20°d 2d

BETONPRÜFUNGEN

A62

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit  
Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm³	Bruchlast kN	s/mm
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

1/84	A 62	02.02.84	29.04.85	452	299	150	12.891	2.44	1186	67
2.2.84										

- +) Prüfung im Alter von (Tg)
- Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)
- Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)
- Prüfung bei Versuchsende (VE)
- Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: Schenck Triebel 5000 W  
Prüfer: G

# Angaben zur Einstellung des Meßschranks ( $\epsilon$ ) und des Steuerpulses ( $F$ ) der 5000 kN-Treibe

Zu F: Anschluß an Bu 2

1. Belastung bis  $F_{Bruch}$  13

Meßbereich: 1/5

Schreibverstärkung: 200 mV/cm

Maßstab: 100 mm  $\approx$  200 kN

12. Belastung bis  $F_{Bruch}$

Meßbereich: 1/5

Schreibverstärkung: 500 mV/cm

Maßstab: 20 mm  $\approx$  100 kN

2. Zu  $\epsilon$ : Geber ABC 200

W2 TK (4169 - 4171)

Anschluß an KWS 3073 (69/294)

Brückenart:  $U_B = 2,5 V$

Kalibrierung im MB 5 mV/V 942  $\mu$

Messung im MB 20 mV/V

21. Belastung bis  $F_{Bruch}$  13

Schreibverstärkung: 50 mV/cm

Maßstab: 40 mm  $\approx$  0,1 %

22. Belastung bis  $F_{Bruch}$

Schreibverstärkung: 200 mV/cm

Maßstab: 10 mm  $\approx$  0,1 %

Sachbearbeiter	Versuchsbez.	Probe Nr.	hergestellt	geprüft	Betonalter (Tage)	Prüfer	F <sub>u</sub>	F <sub>o</sub>	σ <sub>u</sub>	σ <sub>o</sub>	Δσ	F <sub>u</sub>	F <sub>o</sub>	ΔF	E = ΔF / Δε
	11/84	A62	02.01.84	29.01.85	452	K	20	480	11/3	27,12	25,99	0,011	0,700	0,689	37,7
												0,044	0,724	0,680	38,2
												0,018	0,711	0,667	39,9
												0,044	0,731	0,687	37,8

## BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1. Lastspiel	$F_{e1}$	- Belastung
	$F_{e1}$	- Entlastung
10. Lastspiel	$F_{e10}$	- Belastung
	$F_{e10}$	- Entlastung

$F_u = 1186 kN$

## Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis  $F_u = 10 kN$ . Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_o = \frac{F_{Bruch}}{A}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $V_o = 0,5 N/mm^2$  in der Sekunde
3. Entlastung mit  $V_o$  bis  $F_u$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $V_o$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_u$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_o$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_u$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte ( $F$  u.  $\epsilon$ ) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $V_o$



Antragsteller:	— 81 —	Bearb.-Nr.:	Beton-Nr.
Sachbearbeiter:		Dr. Diederichs	95/3903

Versuchs-Auftrag: 2d 2000 5d 12000

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit  
Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm³	Bruchlast kN
				l	b	h	d			

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

19/55 A 210 5.2.	5.2.85	30.05.85	114	29.8	150	12.872	2.44	1148

+) Prüfung im Alter von  
 Prüfung bei Versuchsbeginn (Tg)  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung (VB)  
 Prüfung bei Versuchsende (VD)  
 Prüfung nach Angabe (VE)  
 (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: Schenck Tübel 5000  
 Prüfer: *g*

171420 mm

Antragsteller:  
Sachbearbeiter:

Dr. Niederwies

83

Bearb.-Nr.:

98/3903

Beton-Nr.

19/85

Versuchs-Auftrag:

2d 20°C 5d

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm <sup>3</sup>	Bruch- last kN	n/
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

A 206 19/85	05.02.85	30.05.85	114			29.8	150	12.511	2.38	988	5

+)  
Prüfung im Alter von (Tg)  
Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)  
Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)  
Prüfung bei Versuchsende (VE)  
Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: Ghentli Trübel 200  
Prüfer: W



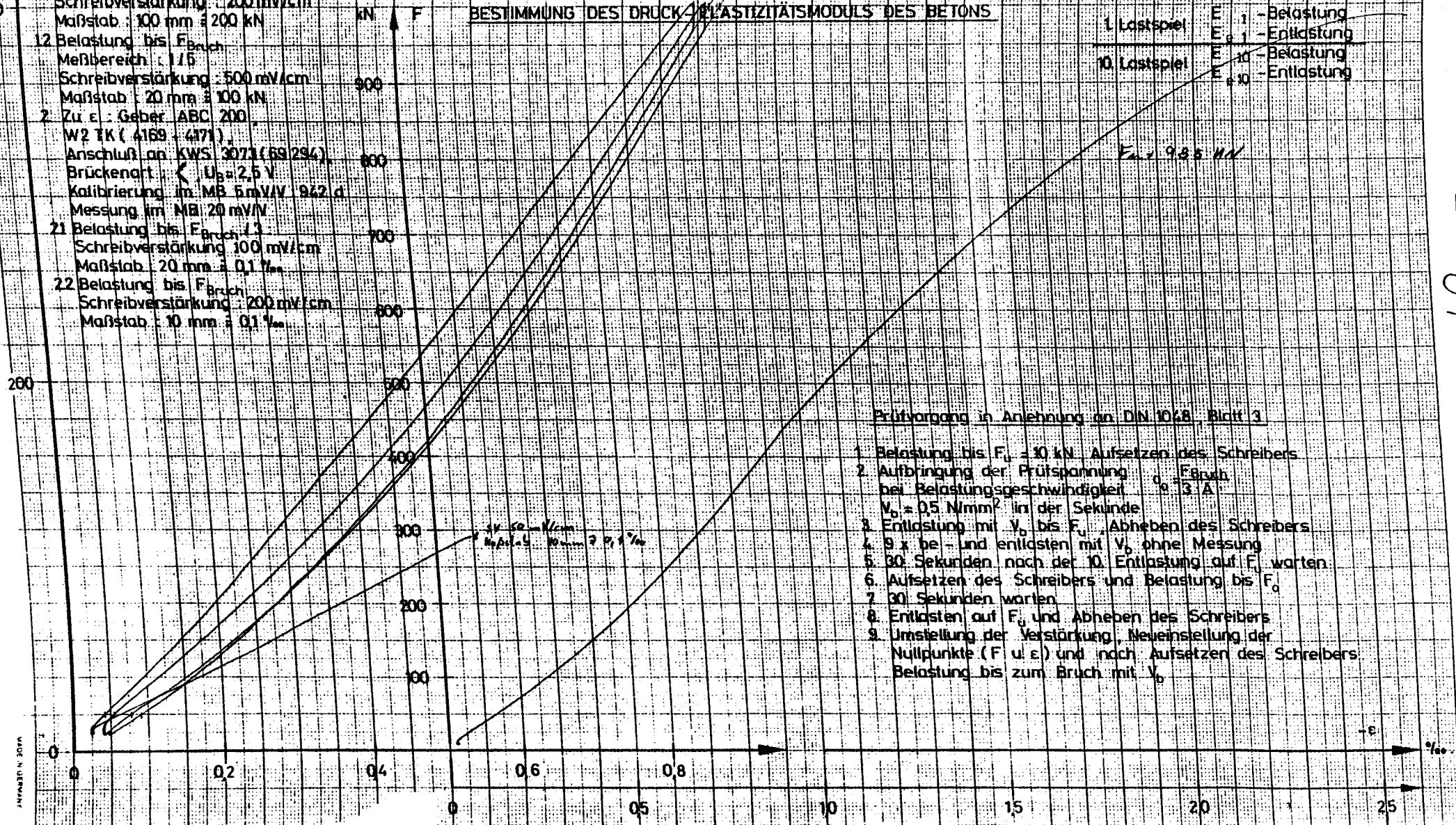
# Angaben zur Einstellung des Meßschrankes ( $\epsilon$ ) und des Steuerpultes (E) der 5000 kN-Treibe

- Zu F: Anschluß an Bu 2
- Belastung bis  $F_{Bruch}$  13  
Meßbereich: 115  
Schreibverstärkung: 200 mV/cm  
Maßstab: 100 mm  $\pm$  200 kN
- Belastung bis  $F_{Bruch}$   
Meßbereich: 115  
Schreibverstärkung: 500 mV/cm  
Maßstab: 20 mm  $\pm$  100 kN
- Zu  $\epsilon$ : Geber ABC 200  
W2 TK (4169 - 4171)  
Anschluß an KWS 3073 (69/294)  
Brückenart:  $U_B = 2,5$  V  
Kalibrierung im MB 5 mV/V 942 d  
Messung im MB 20 mV/V
- Belastung bis  $F_{Bruch}$  13  
Schreibverstärkung: 100 mV/cm  
Maßstab: 20 mm  $\pm$  0,1 %
- Belastung bis  $F_{Bruch}$   
Schreibverstärkung: 200 mV/cm  
Maßstab: 10 mm  $\pm$  0,1 %

Beard. Nr.	787 3943	D. 14	1750	cm
Sachbearbeiter	Dr. Gredelich	A	1750	cm <sup>2</sup>
Versuchsbez.	19/05	h	29,8	cm
Probe Nr.	A 306	G	12,54	kg
hergestellt	25.08.45	Y	2,38	kg/dm <sup>3</sup>
geprüft	30.05.85	B		
Betonalter (Tage)	144	$\beta_w$	78	N/mm <sup>2</sup>
Prüfer	V	$\beta_p$		N/mm <sup>2</sup>

## BESTIMMUNG DES DRUCKELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1. Lastspiel	$E_{+1}$ - Belastung	$E_{-1}$ - Entlastung
10. Lastspiel	$E_{+10}$ - Belastung	$E_{-10}$ - Entlastung



## Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

- Belastung bis  $F_0 = 10$  kN, Aufsetzen des Schreibers
- Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_0 = F_0/A$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $\dot{\sigma}_0 = 0,5$  N/mm<sup>2</sup> in der Sekunde
- Entlastung mit  $\dot{\sigma}_0$  bis  $F_0$ , Abheben des Schreibers
- 9 x be- und entlasten mit  $\dot{\sigma}_0$  ohne Messung
- 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_0$  warten
- Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_0$
- 30 Sekunden warten
- Entlasten auf  $F_0$  und Abheben des Schreibers
- Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u  $\epsilon$ ) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $\dot{\sigma}_0$

Antragsteller:	— 85 —	Bearb.-Nr.:	Beton-Nr.
Sachbearbeiter: <i>2. Bielefeld</i>		95/5902	

Versuchs-Auftrag: N 211 19/85

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichng.	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	N
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: ~~Druckfestigkeit~~ ~~Spaltzugfestigkeit~~ - E-Modul - Schwinden - Kriechen


A 211 19/85				39.8		15.0	1.2471	2.86	1028	

- +) Prüfung im Alter von  
 Prüfung bei Versuchsbeginn  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung  
 Prüfung bei Versuchsende  
 Prüfung nach Angabe

(Tg)  
 (VB)  
 (VD)  
 (VE)  
 (Angabe eintr.)

Prüfmaschine:  
 Prüfer:

**MADE IN GERMANY**

Antragsteller:	Bearb.-Nr.:	Beton-Nr.
Sachbearbeiter:  —87—	98/3903	

Versuchs-Auftrag: \_\_\_\_\_

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit  
 Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichng.	Herstellg. am	Prüfung am <sup>+) </sup>	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruch- last kN	N/
				l	b	h	d				
Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul											
Balken: Biegezugfestigkeit											
Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen											
19/85-17105	05.02.85	10.7.85		29.8			15.0	12.530	2.38	899	50
19/85-17308		09.08.85		29.8			15.0	12.553	2.38	882	50
19/85-17607		09.08.85		29.7			15.0	12.499	2.38	848	40

<sup>+)</sup>

+) Prüfung im Alter von  
 Prüfung bei Versuchsbeginn  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung  
 Prüfung bei Versuchsende  
 Prüfung nach Angabe

(Tg)  
 (VB)  
 (VD)  
 (VE)  
 (Angabe eintr.)

Prüfmaschine:  
 Prüfer:

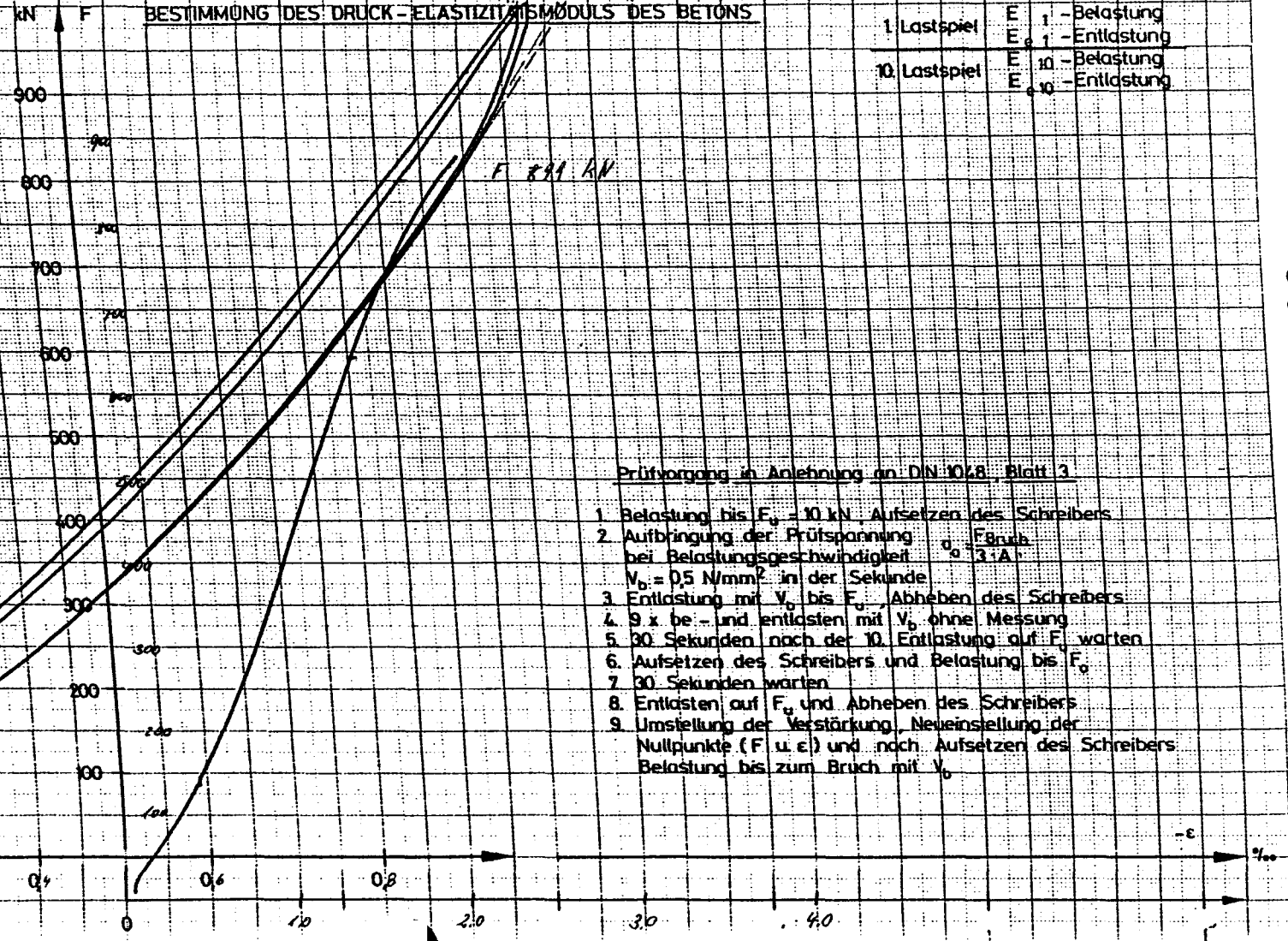


**Angaben zur Einstellung des Meßschranke (E) und des Steuerpultes (F) der 5000 kN-Trebel**

1. Zu F: Anschluß an Bu 2.
11. Belastung bis  $F_{Bruch}$  13.  
Meßbereich: 1/5  
Schreibverstärkung: 200 mV/cm  
Maßstab: 100 mm = 100 kN
12. Belastung bis  $F_{Bruch}$   
Meßbereich: 1/5  
Schreibverstärkung: 500 mV/cm  
Maßstab: 20 mm = 100 kN
2. Zu E: Geber ABC 200,  
W2 TK 1/11 (1/110),  
Anschluß an KWS 3073 (69/294),  
Brückenart:  $\angle$ ,  $U_B = 2,5$  V  
Kalibrierung im MB 5 mV/V 286 d  
Messung im MB 20 mV/V
21. Belastung bis  $F_{Bruch}$  13.  
Schreibverstärkung: 100 mV/cm  
Maßstab: 40 mm = 0,1 %
22. Belastung bis  $F_{Bruch}$   
Schreibverstärkung: 50 mV/cm  
Maßstab: 40 mm = 1 %

Bearb. Nr.:	98/3902	b/d =	15,0 cm	BELASTUNG		SPANNUNG [N/mm <sup>2</sup> ]			VERFORMUNG [‰]			$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$		
Sachbearbeiter:	D. Doderer	A =	176,71 cm <sup>2</sup>			$F_u$	$F_o$	$\sigma_u$	$\sigma_o$	$\Delta \sigma$	$\epsilon_u$	$\epsilon_o$	$\Delta \epsilon$	$-10^3 \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$
Versuchsbez.:	11/85 TP 805	h =	29,8 cm			kN	kN							N/mm <sup>2</sup>
Probe Nr.:	17.205	G =	11,530 kg											
hergestellt		$\gamma =$	1,30 kg/dm <sup>3</sup>	E		10	400	0,57	22,60	22,03	0,007	1,017	1,010	21,8
geprüft	10.7.85	B		E <sub>g</sub>							0,060	1,063	1,003	22,0
Betonalter (Tage):		$\beta_w =$	N/mm <sup>2</sup>	E <sub>10</sub>							0,073	1,030	1,017	21,7
Prüfer	R.	$\beta_D =$	N/mm <sup>2</sup>	E <sub>10</sub>							0,070	1,070	1,000	22,0

**BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS**

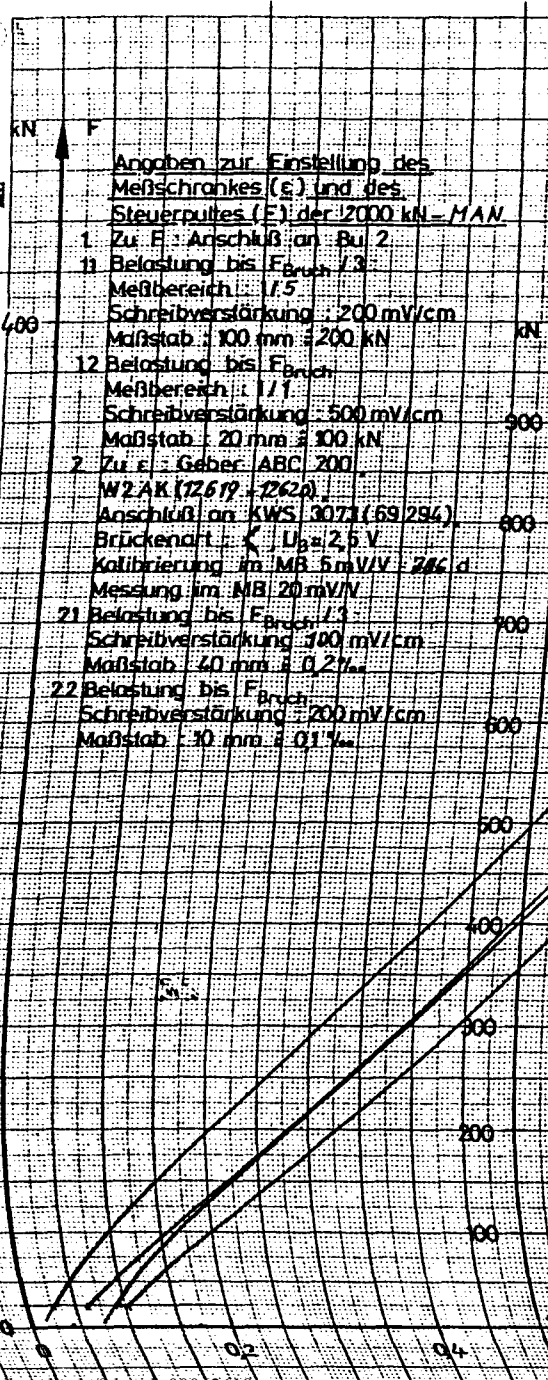


1. Lastspiel	$E_{11}$ - Belastung
	$E_{11}$ - Entlastung
10. Lastspiel	$E_{10}$ - Belastung
	$E_{10}$ - Entlastung

**Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3**

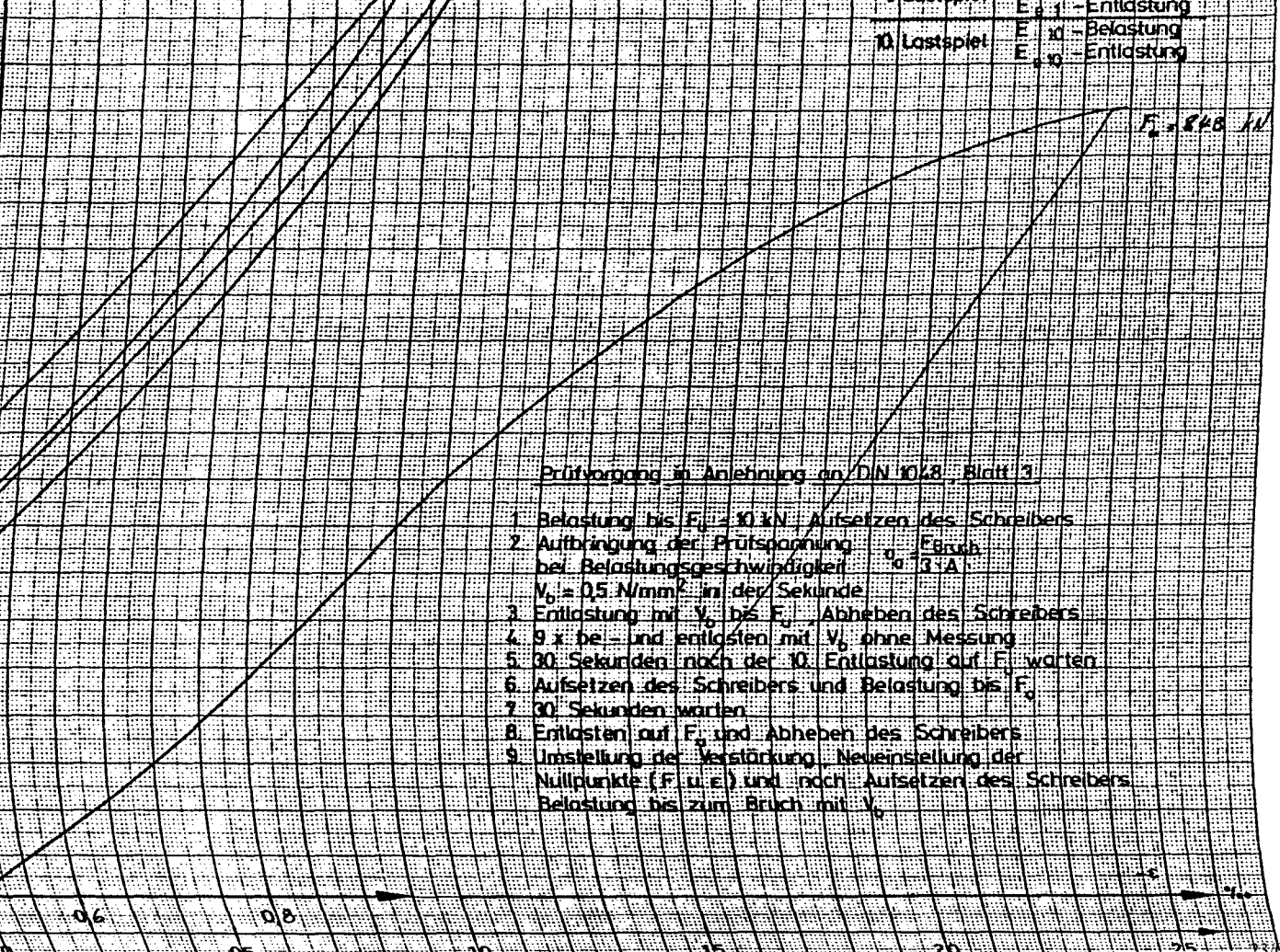
1. Belastung bis  $F_o = 10$  kN, Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_o = \frac{F_{Bruch}}{A}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $V_o = 0,5$  N/mm<sup>2</sup> in der Sekunde
3. Entlastung mit  $V_o$  bis  $F_o$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $V_o$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_o$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_o$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_o$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u. ε) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $V_o$

Repro 5000  $\mu\text{m}/\text{m}$  im H 8500  $\mu\text{m}/\text{m}$   $\rightarrow$  792 d Poli 8.00  
 MIV 2000  $\mu\text{m}$  3. Bereich, PZH (Fr. 9.11.53) - 200 bar an KWS 3050/1 im H 2000  $\mu\text{m}$  - SV 0.2 V/cm 200  $\mu\text{m}$   $\pm$  40  $\mu\text{m}$



Bearb. Nr.	98/3903	b/d =	15	cm
Sachbearbeiter	Dr. Diederichs	A =	172	cm <sup>2</sup>
Versuchsbez.	19/65 A207	h =	297	cm
Probe Nr.	A 207	G =	12499	kg
hergestellt		Y =		kg/dm <sup>3</sup>
geprüft	09.09.85	B =		E <sub>e</sub>
Betonalter (Tage)		$\beta_w$ =		N/mm <sup>2</sup> E <sub>10</sub>
Prüfer	EGP	$\beta_D$ =		N/mm <sup>2</sup> E <sub>10</sub>

### BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS



50

23/03/2016

Antragsteller:

Sachbearbeiter:

Dr. Diederichs

91

Bearb.-Nr.:

98/3903

Beton-Nr.:

20/84

Versuchs-Auftrag:

HHTA Basalt III 20°/120°C/300°C

BETONPRÜFUNGEN

A - 70

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) des Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserdurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg.	Prüfung	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	W/D
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

20/84	06.02.84	12.08.85	553					29,8	150	12,568	2,39	925	5

+) Prüfung im Alter von  
 Prüfung bei Versuchsbeginn  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung  
 Prüfung bei Versuchsende  
 Prüfung nach Angabe

(Tg)  
 (VB)  
 (VD)  
 (VE)  
 (Angabe einz.)

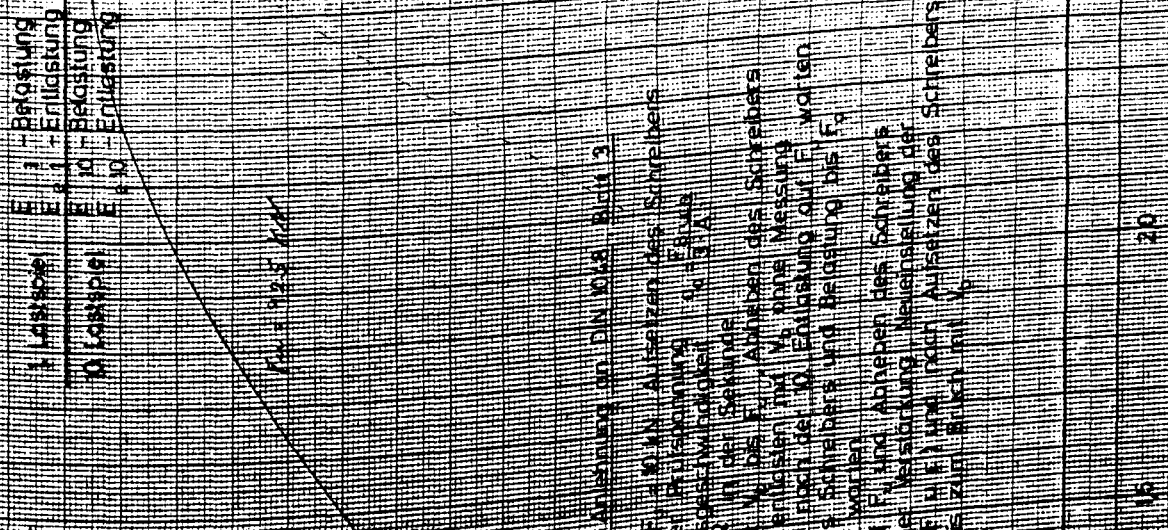
Prüfmaschine: HAN 2000 KN  
 Prüfer: J



ALTON S. FISHER, JR.  
 MICHIGAN STATE  
 UNIVERSITY  
 EAST LANSING, MICHIGAN 48206  
 1. Z. P. ANTON, JR.  
 11. BOSTON, MASS. 02118  
 MEDFORD

M-810B X-80 mm  
200 KVA

# BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BEUTENS



1. Belastung bis  $F_0 = 10\text{ N}$  Aufsetzen des Schreibers
2. Einstellung der Pulsansteuerung  $t_p = 3\text{ s}$ ,  
bei Belastungswerten  $t_p = 3\text{ s}$
3.  $t_p = 0,5\text{ s}$  Nach  $t_p$  der Sekunde
4. Entlastung auf  $F_0$  des F. Abheben des Schreibers
5.  $t_p = 3\text{ s}$  wie entstehen  $t_p = 3\text{ s}$  nach Messung
6. 30 Sekunden Elap der 0. Entlastung auf  $F_0$  warten
7. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_0$   
30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_0$  und Abheben des Schreibers
9. Einstellung der Verstärkung Neu-einstellung der  
Nullpunkte  $F_0$  und nach Aufsetzen des Schreibers  
Belastung bis zum gleichen  $F_0$

Antragsteller:  
Sachbearbeiter:

Dr. Diederichs

93

Bearb.-Nr.:

98/3903

Beton  
134/84

Versuchs-Auftrag:

120°C 5d 20°C 2d

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	1 d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm <sup>3</sup>	Bruchlast kN
				l	b	h	d			

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

134/84 R 20	23.08.84	12.04.85	232			299	150	12,152	2,30	1064

+)  
Prüfung im Alter von (Tg)  
Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)  
Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)  
Prüfung bei Versuchsende (VE)  
Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: Schenck Tübel 5000  
Prüfer: 7

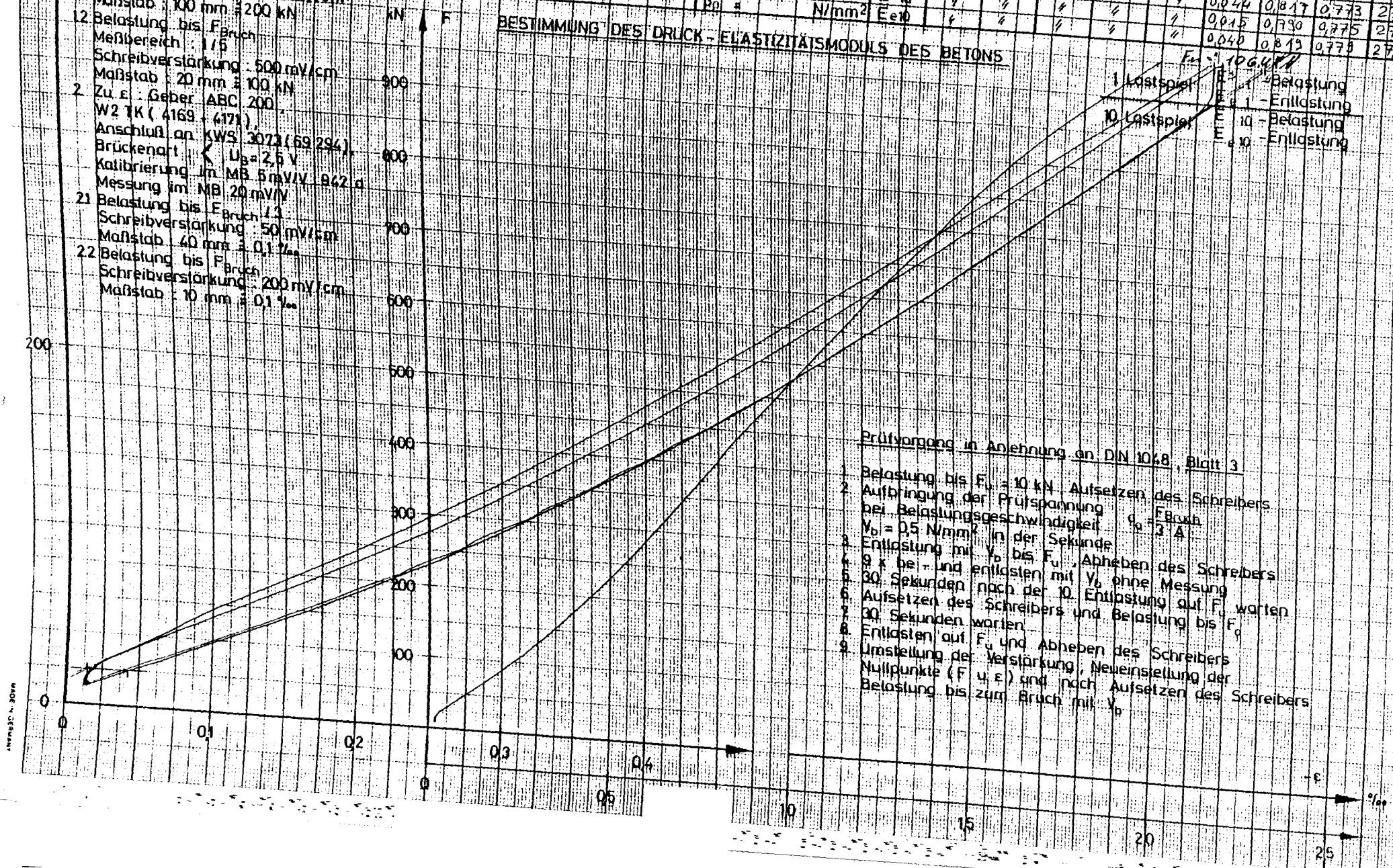
67 2,45

Sachbearbeiter	43/2921	Prüf-Nr.	19,2	cm
Versuchsbez.	194/64	A	179,0	cm <sup>2</sup>
Probe Nr.	124	h	29,9	cm
hergestellt	23.06.84	G	10,152	kg
geprüft	10.06.85	Y	2,30	kg/dm <sup>3</sup>
Betonalter (Tage)	232	B		
Prüfer	L	B <sub>v</sub>	67	N/mm <sup>2</sup>
		B <sub>p</sub>		N/mm <sup>2</sup>

### BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

BELASTUNG			SPANNUNG (N/mm <sup>2</sup> )			VERFORMUNG (‰)			F <sub>u</sub> A <sub>g</sub>
F <sub>u</sub>	F <sub>0</sub>		σ <sub>u</sub>	σ <sub>0</sub>	Δσ	ε <sub>u</sub>	ε <sub>0</sub>	Δε	F <sub>u</sub> A <sub>g</sub>
kN	kN								N/mm <sup>2</sup>
20	400		1,13	22,40	21,47	0,015	0,785	0,770	27,9
						0,044	0,817	0,773	27,8
						0,015	0,790	0,775	27,7
						0,040	0,813	0,773	27,6

- Angaben zur Einstellung des Meßschrankes (E) und des Steuerpultes (F) der 5000 kN-Treibe
- Zu F: Anschluß an Bu 2
  - Belastung bis F<sub>Bruch</sub> 13
  - Meßbereich: 1/5
  - Schreibverstärkung: 200 mV/cm
  - Maßstab: 100 mm ± 200 kN
  - Belastung bis F<sub>Bruch</sub>
  - Meßbereich: 1/5
  - Schreibverstärkung: 500 mV/cm
  - Maßstab: 20 mm ± 100 kN
  - Zu E: Geber ABC 200
  - W2 TK (4169, 4171)
  - Anschluß an KWS 3071 (69/294)
  - Brückenart: U<sub>B</sub> = 2,5 V
  - Kalibrierung im MB 5 mV/V B42 d
  - Messung im MB 20 mV/V
  - Belastung bis F<sub>Bruch</sub> 13
  - Schreibverstärkung: 50 mV/cm
  - Maßstab: 40 mm ± 0,1 %
  - Belastung bis F<sub>Bruch</sub>
  - Schreibverstärkung: 200 mV/cm
  - Maßstab: 10 mm ± 0,1 %



### Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

- Belastung bis F<sub>u</sub> = 10 kN, Aufsetzen des Schreibers
- Aufbringung der Prüfspannung bei Belastungsgeschwindigkeit  $\dot{\sigma}_0 = \frac{F_{Bruch}}{3 \cdot A}$
- Entlastung mit  $\dot{\sigma}_0$  bis F<sub>u</sub>, Abheben des Schreibers
- 9 s bei - und entlasten mit  $\dot{\sigma}_0$  ohne Messung
- 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf F<sub>u</sub> warten
- Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis F<sub>u</sub>
- 30 Sekunden warten
- Entlasten auf F<sub>u</sub> und Abheben des Schreibers
- Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u ε) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $\dot{\sigma}_0$

Antragsteller:  
Sachbearbeiter:

Dr. Diederichs

95

Bearb.-Nr.:

98/3903

Beton-N

134/84

Versuchs-Auftrag:

120°C 5d 20°C 2d

BETONPRÜFUNGEN

R 34

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 30	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am <sup>+</sup>	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm <sup>3</sup>	Bruchlast kN
				l	b	h	d			

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

134/84	R 34	13.08.84						29.9	150	12.225	2.31	1089

<sup>+</sup>) Prüfung im Alter von  
Prüfung bei Versuchsbeginn  
Prüfung bei Versuchsdurchführung  
Prüfung bei Versuchsende  
Prüfung nach Angabe

(Tg)  
(VB)  
(VD)  
(VE)  
(Angabe eintr.)

Prüfmaschine:  
Prüfer:



Angaben zur Einstellung des Meßschrankes ( $\epsilon$ ) und des Steuerpultes (F) der 5000 kN-Treibe

Zu F: Anschluß an Bu 2

11 Belastung bis  $F_{Bruch}$  1.3:

Meßbereich: 1/5

Schreibverstärkung: 200 mV/cm

Maßstab: 100 mm  $\approx$  200 kN

12 Belastung bis  $F_{Bruch}$

Meßbereich: 1/5

Schreibverstärkung: 500 mV/cm

Maßstab: 20 mm  $\approx$  100 kN

2 Zu  $\epsilon$ : Geber ABC 200, W2 TK (4169, 4171), Anschluß an KWS 3073 (69294), Brückenart:  $\epsilon$ ,  $U_B = 2,5$  V, Kalibrierung im MB 5 mV/V 942 d, Messung im MB 20 mV/V

21 Belastung bis  $F_{Bruch}$  1.3:

Schreibverstärkung: 50 mV/cm

Maßstab: 40 mm  $\approx$  0,1 %

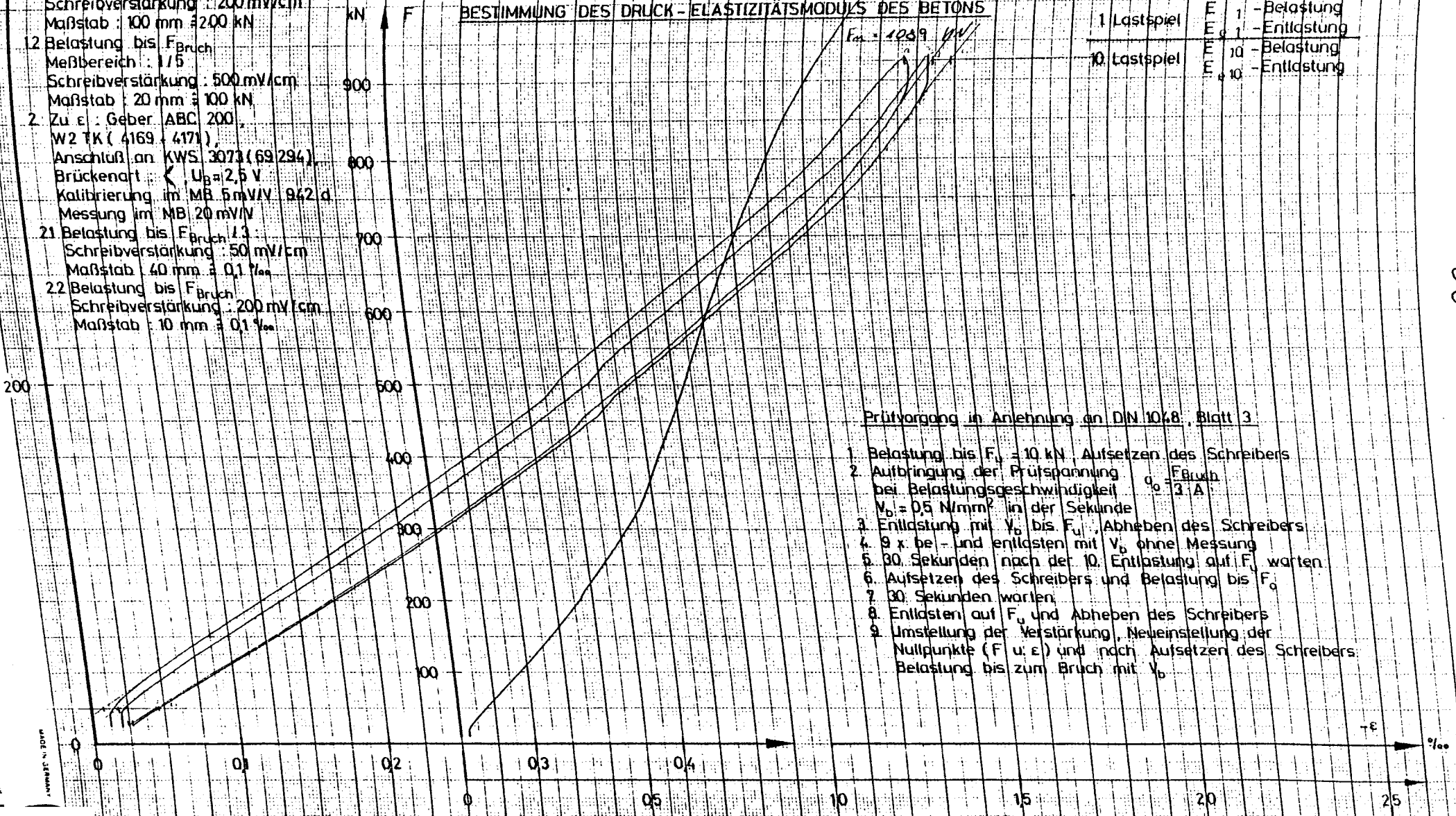
22 Belastung bis  $F_{Bruch}$

Schreibverstärkung: 200 mV/cm

Maßstab: 10 mm  $\approx$  0,1 %

Versuchsbez.	134/84	h	20,9	cm	$F_u$	$F_o$	$a_u$	$p_o$	$\Delta o$	$F_u$	$F_o$	$\Delta E$	$\frac{\Delta E}{E}$	
Probe Nr.	134 100/54, 100/54	G	12,125	kg	kN	kN							N/mm <sup>2</sup>	
hergestellt	23.06.84	$\gamma$	2,31	kg/dm <sup>3</sup>	E	20	370	1,13	20,50	18,77	0,008	0,592	0,584	33,9
geprüft	21.04.85	B			E <sub>e</sub>	"	"	"	"	"	0,044	0,611	0,567	34,9
Betonalter (Tage):	240	$\beta_w$	67	N/mm <sup>2</sup>	E <sub>10</sub>	"	"	"	"	"	0,018	0,608	0,590	33,5
Prüfer:	2	$\beta_p$		N/mm <sup>2</sup>	E <sub>e10</sub>	"	"	"	"	"	0,046	0,622	0,576	34,3

### BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS



1 Lastspiel	$E_1$	1 - Belastung
	$E_{o1}$	1 - Entlastung
10 Lastspiel	$E_{10}$	10 - Belastung
	$E_{o10}$	10 - Entlastung

### Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis  $F_u = 10$  kN, Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $F_{Bruch}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $V_b = 0,5$  N/mm<sup>2</sup> in der Sekunde
3. Entlastung mit  $V_b$  bis  $F_u$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $V_b$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_u$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_o$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_u$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u.  $\epsilon$ ) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $V_b$

Antragsteller:  
Sachbearbeiter:

Dr. Diederichs

Bearb.-Nr.:  
98/3903

38/85

Versuchs-Auftrag:

200 / 120 °C

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am <sup>+) </sup>	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm <sup>3</sup>	Bruch- last kN	N
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

Ø 201	01.04.85	12.08.85	134			29,8	150	12,411	2,36	1079	

<sup>+)</sup>  Prüfung im Alter von

Prüfung bei Versuchsbeginn

Prüfung bei Versuchsdurchführung

Prüfung bei Versuchsende

Prüfung nach Angabe

(Tg)

(VB)

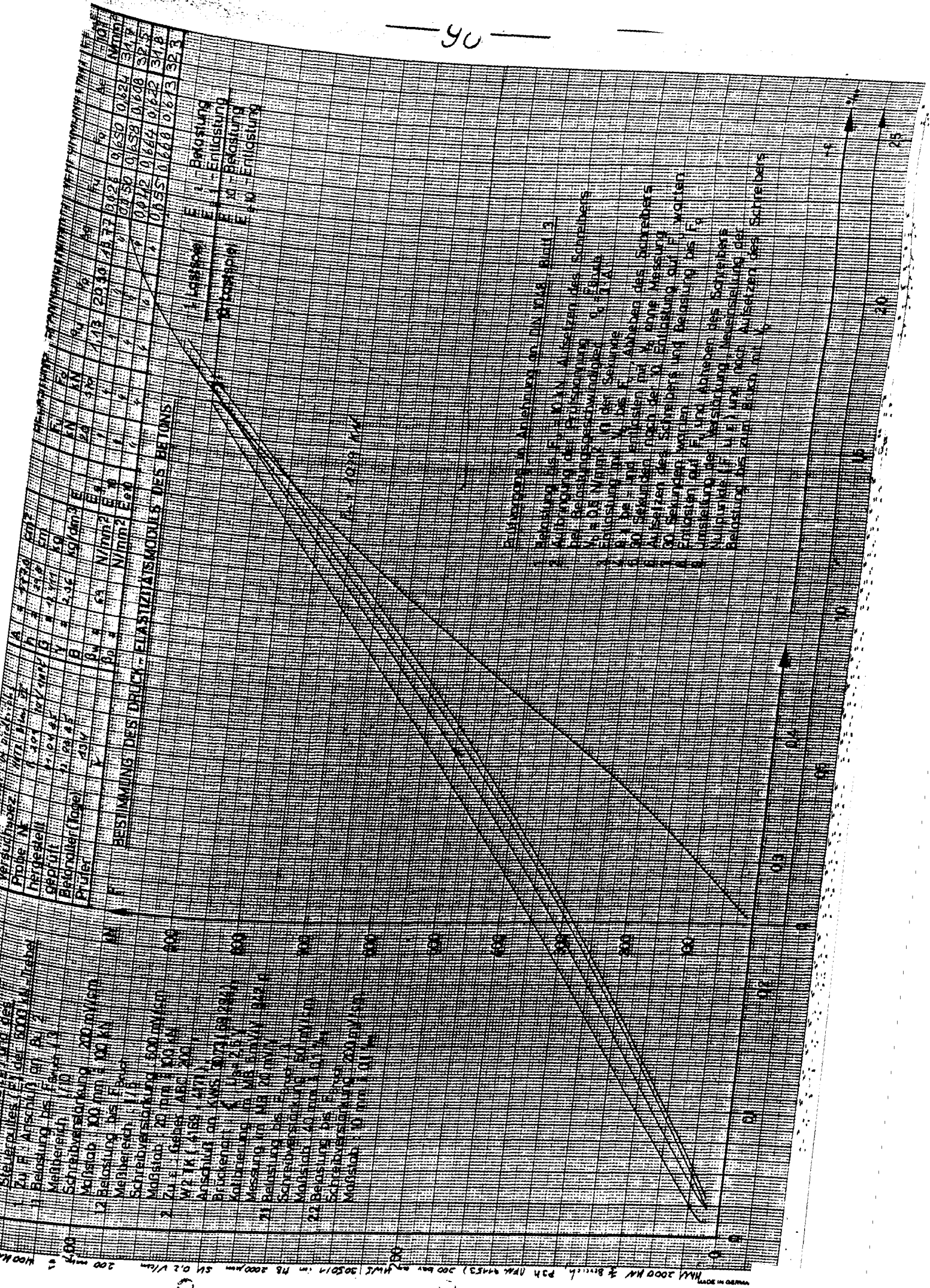
(VD)

(VE)

(Angabe einztr.)

Prüfmaschine: KAV 2000 KN

Prüfer: ☒



Antragsteller:  
Sachbearbeiter:

Dr. Diederichs

99

Bearb.-Nr.:

98/3903

Beton-Nr.

38/85

Versuchs-Auftrag:

20° / 300° C

2202 ✓

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am <sup>+) </sup>	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm <sup>3</sup>	Bruch- last kN
				l	b	h	d			

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul



Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

R203	01.04.85	12.08.85	134			29,8	150	119,54	2,27	908

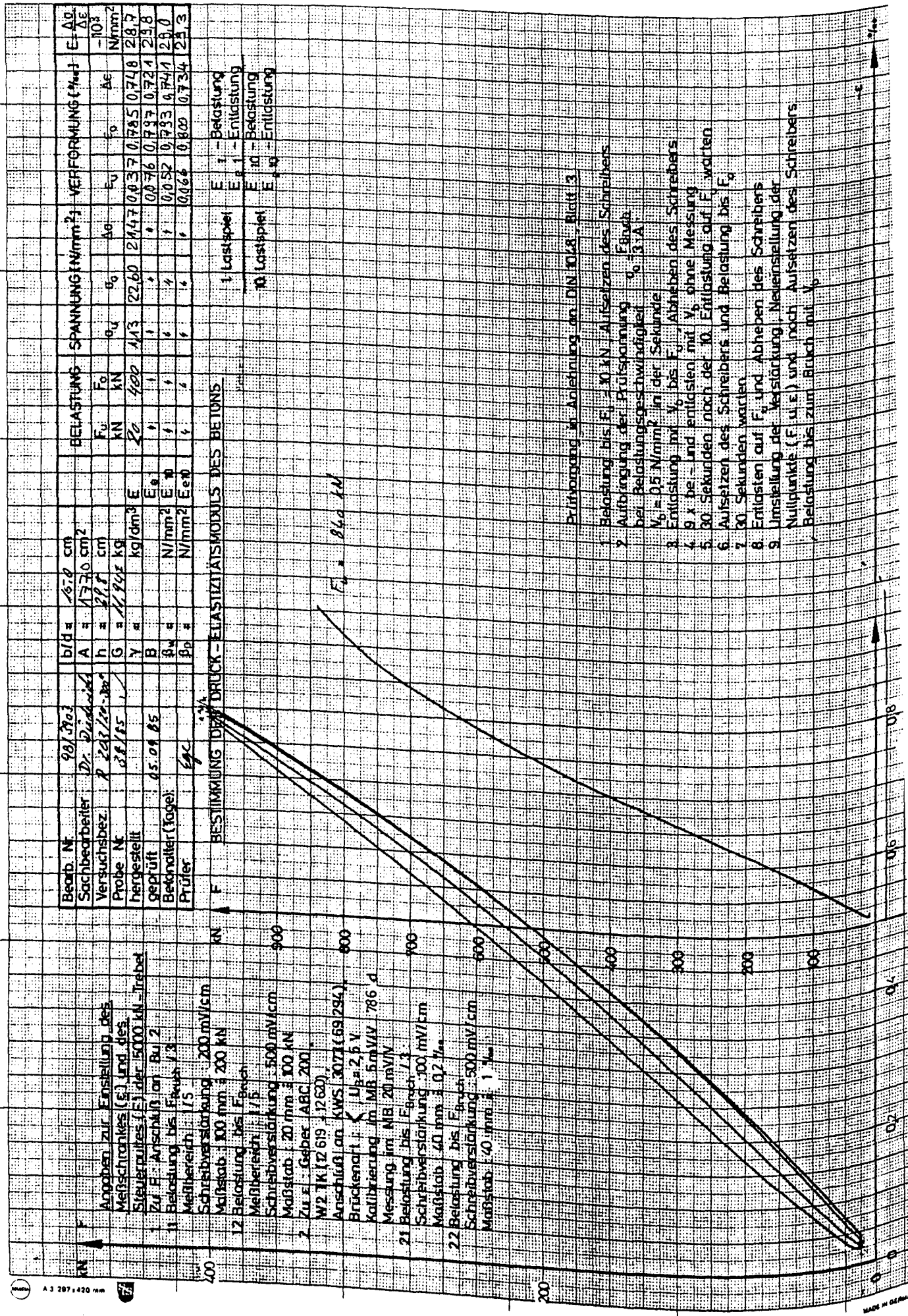
<sup>+)</sup>  Prüfung im Alter von  
Prüfung bei Versuchsbeginn  
Prüfung bei Versuchsdurchführung  
Prüfung bei Versuchsende  
Prüfung nach Angabe

(Tg)  
(VB)  
(VD)  
(VE)  
(Angabe einz.)

Prüfmaschine: HAN 2000 kN  
Prüfer: 



[illegible]





mm 0,01 : 100 kN

KN  
400  
200  
0

Angaben zur Einstellung des Meßschrankes (g) und des Steuerpultes (F) der 5000 kN-Trebel

1 Zu F: Anschluß an Bu 2  
11 Belastung bis  $F_{bruch}$  1/3  
Meßbereich: 1/5  
Schreibverstärkung: 200 mV/cm  
Maßstab: 100 mm : 200 kN

12 Belastung bis  $F_{bruch}$   
Meßbereich: 1/5  
Schreibverstärkung: 500 mV/cm  
Maßstab: 20 mm : 200 kN

2 Zu s: Geber ABC 200  
W2 TK (12 619, 12 620)  
Anschluß an KWS 3073 (69 294)  
Brückenart:  $U_B = 2,5 V$   
Kalibrierung im MB 5 mV/V: 786 d  
Messung im MB 20 mV/V

21 Belastung bis  $F_{bruch}$  1/3  
Schreibverstärkung: 100 mV/cm  
Maßstab: 40 mm : 0,2 %

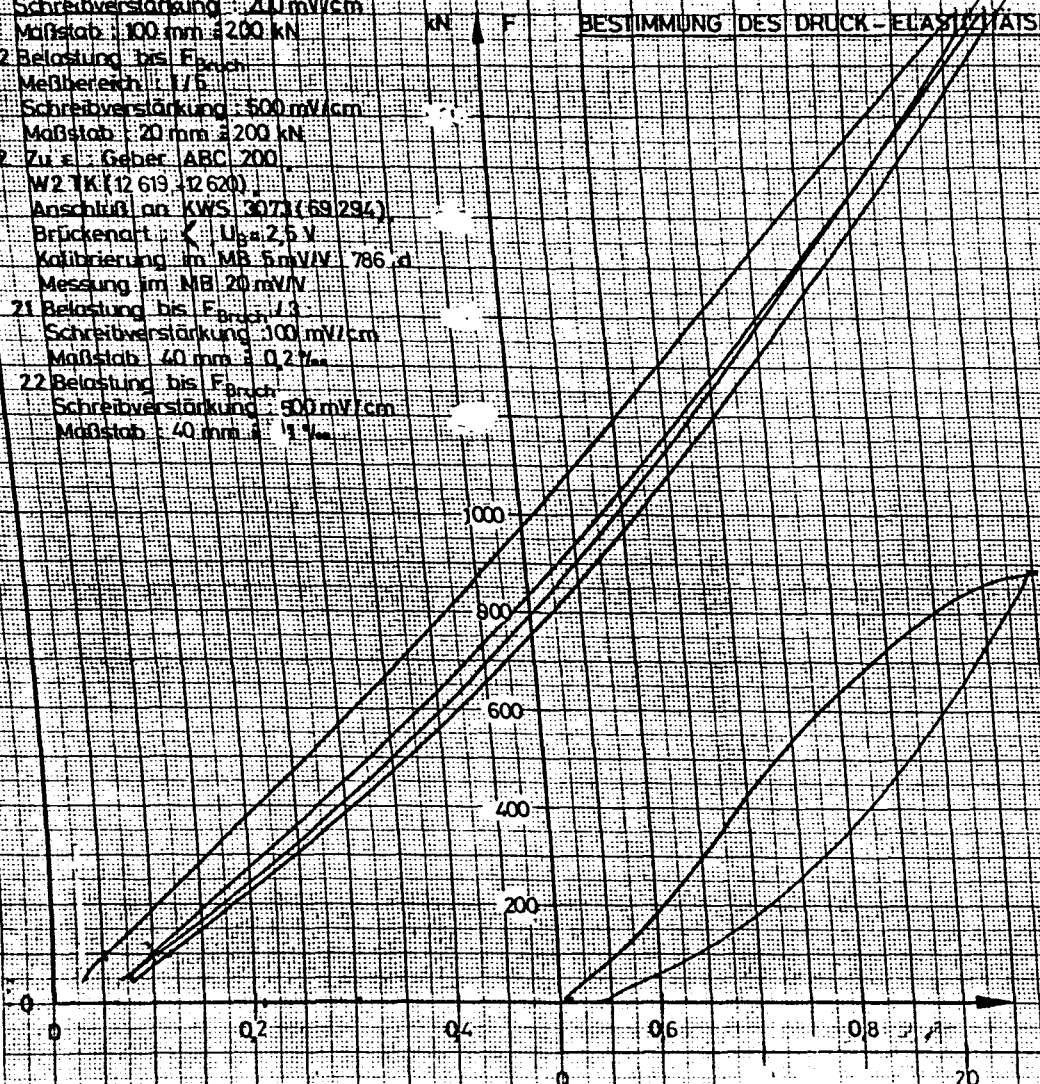
22 Belastung bis  $F_{bruch}$   
Schreibverstärkung: 500 mV/cm  
Maßstab: 40 mm : 1 %

Bearb. Nr.:	b/d = 16,0 cm
Sachbearbeiter: D. Rüdiger	A = 179,0 cm <sup>2</sup>
Versuchsbez. R 11/19-sea	h = 69,9 cm
Probe Nr. 35/85	G = 2,010 kg
hergestellt	$\gamma =$ kg/dm <sup>3</sup>
geprüft 06.09.85	B
Betonalter (Tage):	$\beta_w =$ N/mm <sup>2</sup>
Prüfer	$\beta_p =$ N/mm <sup>2</sup>

BELASTUNG		SPANNUNG (N/mm <sup>2</sup> )			VERFORMUNG (‰)			E = $\frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$
F <sub>u</sub>	F <sub>o</sub>	$\sigma_u$	$\sigma_o$	$\Delta \sigma$	$\epsilon_u$	$\epsilon_o$	$\Delta \epsilon$	-10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
20	400	1,13	22,60	21,47	0,053	0,964	0,911	23,6
					0,105	0,978	0,873	24,6
					0,100	0,952	0,852	24,1
					0,116	1,003	0,887	24,2

BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1. Lastspiel	E <sub>1</sub>	- Belastung
	E <sub>1</sub>	- Entlastung
10. Lastspiel	E <sub>10</sub>	- Belastung
	E <sub>10</sub>	- Entlastung



- Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 1
1. Belastung bis  $F_0 = 30$  kN, Aufsetzen des Schreibers
  2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_{bruch}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $\dot{\sigma} = 3 \frac{N}{mm^2 \cdot s}$   
 $\dot{\sigma}_0 = 0,5 \frac{N}{mm^2 \cdot s}$  in der Sekunde
  3. Entlastung mit  $\dot{\sigma}_0$  bis  $F_0$ , Abheben des Schreibers
  4. 9 x be- und entlasten mit  $\dot{\sigma}_0$  ohne Messung
  5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_0$  warten
  6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_0$
  7. 30 Sekunden warten
  8. Entlasten auf  $F_0$  und Abheben des Schreibers
  9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u.  $\epsilon$ ) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $\dot{\sigma}_0$

A 3 207/100 mm

Angaben zur Einstellung des  
Meßschranke (G) und des  
Steuerpotes (F) der 5000 kN-Treibe

1. Zu E-Anschluß an Bul 2

11 Belastung bis  $F_{Bruch}$  13

Meßbereich 1/5

Schreibverstärkung 200 mV/cm

Maßstab 100 mm = 200 kN

12 Belastung bis  $F_{Bruch}$

Meßbereich 1/5

Schreibverstärkung 500 mV/cm

Maßstab 20 mm = 100 kN

2. Zu e-Geber ABC 200

W2 TK (12 619 12620)

Anschluß an KWS 3073 (69 294)

Brückenart:  $U_B = 2,5 V$

Kalibrierung im MB 5 mV/V 786 d

Messung im MB 20 mV/V

21 Belastung bis  $F_{Bruch}$  13

Schreibverstärkung 100 mV/cm

Maßstab 40 mm = 0,2 %

22 Belastung bis  $F_{Bruch}$

Schreibverstärkung 200 mV/cm

Maßstab 10 mm = 0,1 %

Bearb. Nr.  
Sachbearbeiter: Dr. D. Friedrichs  
Versuchsbez.: 2.209/12a-300°  
Probe Nr.: 30/85  
hergestellt  
geprüft: 05.01.85  
Betonalter (Tage):  
Prüfer:

$b/d = 15,0 \text{ cm}$   
 $A = 177,0 \text{ cm}^2$   
 $h = 29,7 \text{ cm}$   
 $G = 11,930 \text{ kg}$   
 $\gamma = \text{kg/dm}^3$   
 $B =$   
 $B_w = \text{N/mm}^2$   
 $B_p = \text{N/mm}^2$

BELASTUNG	SPANNUNG (N/mm <sup>2</sup> )			VERFORMUNG (%)			$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$ -10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
	$F_u$ kN	$F_0$ kN	$\sigma_u$	$\sigma_0$	$\Delta \sigma$	$\Delta \epsilon$	
	20	40	1,13	22,60	21,47	0,055	0,930
						0,105	1,004
						0,105	1,031
						0,126	1,044
							0,945
							0,893
							0,926
							22,7
							23,9
							23,2
							23,4

### BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1 Lastspiel  $E_{10}$  - Belastung  
 $E_{10}$  - Entlastung  
10 Lastspiel  $E_{10}$  - Belastung  
 $E_{10}$  - Entlastung

$F_u = 280,4 \text{ kN}$

### Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048 Blatt 3

1. Belastung bis  $F_u = 10 \text{ kN}$ , Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $F_{Bruch}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $\sigma = 3 \text{ A}$   
 $\sigma_0 = 0,5 \text{ N/mm}^2$  in der Sekunde
3. Entlastung mit  $\sigma_0$  bis  $F_0$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $\sigma_0$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_0$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_0$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_u$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u E) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $\sigma_0$

B. 500

103

Achbearbeiter: Dr. Diederichs 104 98/3903 38/85

Versuchs-Auftrag: 20 / 120 / 300 °C

# STONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Prüfung: Druckfestigkeit  
Prüfung: Wasserundurchlässigkeit

Zeichnng.	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	E N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				

Prüfung: Druckfestigkeit - E-Modul


Prüfung: Biegezugfestigkeit


Prüfung: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

207	01.04.85	01.10.85	183	299	150	11997	227	767	43
85									

Prüfung im Alter von (Tg)  
Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)  
Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)  
Prüfung bei Versuchsende (VE)  
Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: WAN 2000 NW  
Prüfer: 9



Angaben zur Einstellung des Meßschrankes (E) und des Steuerpultes (F) der 2000 kN - MAN

Zu F: P3M 200 bar (F-Nr 26 242)

an KWS 3050/1, MB 2000  $\mu\text{m}/\text{m}$

11 Kal. 5000  $\mu\text{m}/\text{m}$   $\pm 844$  d im MB 5000  $\mu\text{m}/\text{m}$

Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}/3$

Meßbereich: 1/5

Schreibverstärkung: 200 mV/cm

Maßstab: 100 mm  $\pm 200$  kN

12 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$

Meßbereich: 1/1

Schreibverstärkung: 500 mV/cm

Maßstab: 20 mm  $\pm 100$  kN

2 Zu e: Geber ABC 200

W2 AK (12 619 - 12 620)

Anschluß an KWS 3073 (69 294)

Brückenart:  $\angle U_{\text{B}} = 2,5$  V

Kalibrierung im MB 5 mV/V 786 d

Messung im MB 20 mV/V

21 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}/3$

Schreibverstärkung 100 mV/cm

Maßstab: 20 mm  $\pm 0,1$  %

22 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$

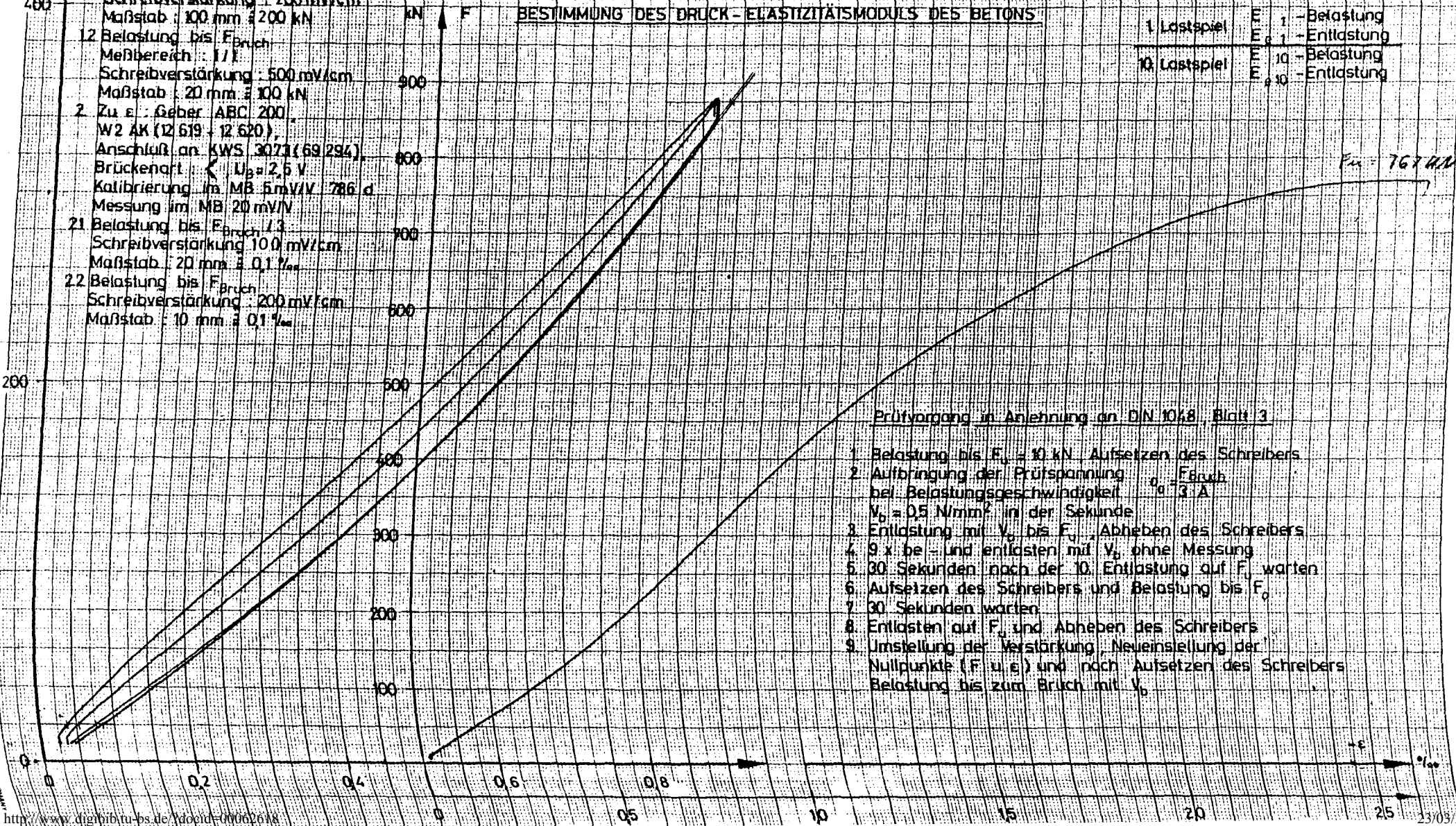
Schreibverstärkung: 200 mV/cm

Maßstab: 10 mm  $\pm 0,1$  %

Bearb. Nr.	98/3903	b/d =	150 cm			BELASTUNG	SPANNUNG (N/mm <sup>2</sup> )			VERFORMUNG (‰)			E = $\frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon}$
Sachbearbeiter	Dr. Dieckmann	A =	173,0 cm <sup>2</sup>			F <sub>u</sub>	F <sub>o</sub>	$\sigma_u$	$\sigma_o$	$\Delta\epsilon$	$\sigma_u$	$\sigma_o$	$\Delta\epsilon$
Versuchsbez.	39/85 20/120/300°C	h =	29,9 cm			kN	kN						10 <sup>3</sup>
Probe Nr.	R 207	G =	11,997 kg										N/mm <sup>2</sup>
hergestellt	14.85	Y =	2,27 kg/dm <sup>3</sup>	E		20	350	1,13	19,77	18,64	0,032	0,069	0,031
geprüft	14.85	B =		E <sub>e</sub>							0,085	0,085	0,000
Betonalter (Tage)	183	$\beta_w$ =	6,9 N/mm <sup>2</sup>	E <sub>10</sub>							0,054	0,069	0,015
Prüfer	Fricke / Talber	$\beta_p$ =	N/mm <sup>2</sup>	E <sub>etb</sub>							0,076	0,089	0,013

### BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1 Lastspiel	E <sub>1</sub> - Belastung
	E <sub>e1</sub> - Entlastung
10 Lastspiel	E <sub>10</sub> - Belastung
	E <sub>e10</sub> - Entlastung



### Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis  $F_u = 10$  kN, Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_u$   $F_{\text{Bruch}}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $\sigma_u$  3 A  $V_0 = 0,5$  N/mm<sup>2</sup> in der Sekunde
3. Entlastung mit  $V_0$  bis  $F_u$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $V_0$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_u$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_u$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_u$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u. ε) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $V_0$

Kragsteller: Bearb.-Nr.: 98/3903 Beton-Nr.: 38/85  
 Ichbearbeiter: 106

Versuchs-Auftrag: 20 / 120 / 300 °C

TONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Prüfung: Druckfestigkeit  
 Eigenschaften: Wasserundurchlässigkeit

Zeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm³	Bruchlast kN	B mm/mm
				l	b	h	d				

Prüfung: Druckfestigkeit - E-Modul


Prüfung: Biegezugfestigkeit


Prüfung: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

R 204	01. 04. 85	01. 10. 85	183		299	150	11,985	2,27	820	46

Prüfung im Alter von (Tg)  
 Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)  
 Prüfung bei Versuchsende (VE)  
 Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: MAN 2000 KN  
 Prüfer:

Angaben zur Erstellung des  
Meßschrankes (F) und des

Steuerpulses (F) der 2000 kN - MAN

Zu F: R3M 200 bar (F-Nr. 26242)

an KWS 3050/1, MB 2000 um/m

11 Kal. 5000 um/m  $\pm 844$  d m

MB 5000 um/m

Belastung bis  $F_{Bruch}$  / 3

Meßbereich 1/3

Schreibverstärkung 100 mV/cm

Maßstab: 100 mm  $\pm$  100 kN

12 Belastung bis  $F_{Bruch}$

Meßbereich 1/3

Schreibverstärkung 500 mV/cm

Maßstab: 20 mm  $\pm$  100 kN

3 Zu e: Geber ABC 200

W2 AK (12 619 - 12 620)

Anschluß an KWS 3073 (69 294)

Brückenart:  $\epsilon$  U<sub>0</sub> 2,5 V

Kalibrierung im MB 5 mV/V 786 d

Messung im MB 20 mV/V

21 Belastung bis  $F_{Bruch}$  / 3

Schreibverstärkung 50 mV/cm

Maßstab: 40 mm  $\pm$  0,1 %

22 Belastung bis  $F_{Bruch}$

Schreibverstärkung 200 mV/cm

Maßstab: 10 mm  $\pm$  0,1 %

Bearb. Nr.	38/3803	b/d $\pm$	15,0 cm
Sachbearbeiter	Dr. Dieckmann	A $\pm$	172,0 cm <sup>2</sup>
Versuchsbez.	38/85 20/120/300°C	h $\pm$	25,3 cm
Probe Nr.	R 204	G $\pm$	11,985 kg
hergestellt	1.4.85	Y $\pm$	2,27 kg/dm <sup>3</sup>
geprüft	1.10.85	B $\pm$	
Betonalter (Tage)	183	$\beta_w$ $\pm$	6,9 N/mm <sup>2</sup>
Prüfer	Fricke / Teuber	$\beta_{sp}$ $\pm$	N/mm <sup>2</sup>

BELASTUNG		SPANNUNG N/mm <sup>2</sup>			VERFORMUNG %			E-A	
F <sub>u</sub>	F <sub>0</sub>	$\sigma_u$	$\sigma_0$	$\Delta \sigma$	$\epsilon_u$	$\epsilon_0$	$\Delta \epsilon$	$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$	$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$
120	250	1,13	14,12	12,99	0,050	0,648	0,598	21,7	-10 <sup>3</sup>
					0,079	0,656	0,577	22,5	N/mm <sup>2</sup>
					0,064	0,646	0,582	22,3	
					0,085	0,656	0,571	22,7	

# BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1 Lastspiel  $E_{0,1}$  - Belastung  
 $E_{0,1}$  - Entlastung  
10 Lastspiel  $E_{0,10}$  - Belastung  
 $E_{0,10}$  - Entlastung

$F_u = 520$

## Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis  $F_0 = 10$  kN, Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $F_{Bruch}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $\sigma_0 = 3 \cdot A$   
 $\sigma_0 = 0,5$  N/mm<sup>2</sup> in der Sekunde
3. Entlastung mit  $\sigma_0$  bis  $F_0$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x bei- und entlasten mit  $\sigma_0$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_0$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_0$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_0$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u E) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $\sigma_0$



Tragsteller:

Sachbearbeiter:

Dr. Diederichs

108

Bearb.-Nr.:

98/3903

Beton-Nr.:

38/85

Versuchs-Auftrag:

Therm Dehnung

BEFESTIGUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper

Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15; h 30	20x20x12
15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
20x20x20			d20; h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	B N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul

Balken: Biegezugfestigkeit

Platten: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

01.04.85	01.10.85	183	299	150	11976	2,27	874	49

im Alter von  
bei Versuchsbeginn  
bei Versuchsdurchführung  
bei Versuchsende  
nach Angabe

(Tg)  
(VB)  
(VD)  
(VE)  
(Angabe eintr.)

Prüfmaschine: HAN 2000 kN  
Prüfer: Z



Auftragsteller: Bearb.-Nr.: 98/3903 Seton-Nr.: 38/85  
 Nachbearbeiter: Dr. Diederichs 110

Versuchs-Auftrag: Thermische Dehnung 300°C

SETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Würfel: Druckfestigkeit  
 Platten: Wasserundurchlässigkeit

Zeichng.	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm³	Bruchlast kN	B N/mm²
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Balken: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

212	01.04.85	30.10.85	212		300	150	11960	2,26	864	49

Prüfung im Alter von (Tg)  
 Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)  
 Prüfung bei Versuchsende (VE)  
 Prüfung nach Angabe (Angabe einztr.)

Prüfmaschine: MAN 2000 KN  
 Prüfer: J

1.207.410

Anoeben zur Einstellung des Meßschranke (E) und des Steuerpultes (F) der 2000 kN - MAN

1. Zu F: P3M, 200 bar (E-Nr. 26.242) an KWS 3050/1, MB 2000  $\mu\text{m/m}$

11. Kal. 5000  $\mu\text{m/m}$   $\pm$  790  $\mu\text{m}$  MB 5000  $\mu\text{m/m}$

Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$  1:3  
Meßbereich: 1/5  
Schreibverstärkung: 100 mV/cm  
Maßstab: 100 mm  $\pm$  100 kN

12. Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$   
Meßbereich: 1/1  
Schreibverstärkung: 500 mV/cm  
Maßstab: 20 mm  $\pm$  100 kN

2. Zu E: Geber ABC 200, W2 AK (12.619, 12.620), Anschluß an KWS 3071 (69.294), Brückenart:  $\angle$ ,  $U_B = 2,5 \text{ V}$ , Kalibrierung im MB 5 mV/V 786 d, Messung im MB 20 mV/V

21. Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$  1:3  
Schreibverstärkung 100 mV/cm  
Maßstab: 20 mm  $\pm$  0,1 %

22. Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$   
Schreibverstärkung: 200 mV/cm  
Maßstab: 10 mm  $\pm$  0,1 %

Bearb. Nr.	98/3903	b/d =	15/20 cm
Sachbearbeiter	Dr. Diederichs	A =	1730 cm <sup>2</sup>
Versuchsbez.	Theom. Dehn	h =	200 cm
Probe Nr.	R 312	G =	1960 kg
hergestellt	01.04.85	$\gamma =$	2,26 kg/dm <sup>3</sup>
geprüft	30.10.85	B =	
Betonalter (Tage)	212	$\beta_w =$	0,9 N/mm <sup>2</sup>
Prüfer	Z	$\beta_{\text{pr}} =$	N/mm <sup>2</sup>

BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS									
BELASTUNG		SPANNUNG (N/mm <sup>2</sup> )			VERFORMUNG (‰)			$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$	
$F_u$ kN	$F_0$ kN	$\sigma_u$	$\sigma_0$	$\Delta \sigma$	$\epsilon_u$	$\epsilon_0$	$\Delta \epsilon$	$-10^3$	$\frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$ N/mm <sup>2</sup>
20	250	1,13	11,12	12,99	0,087	0,984	0,897	14,5	
"	"	"	"	"	0,240	0,999	0,759	16,5	
"	"	"	"	"	0,194	1,005	0,811	16,0	
"	"	"	"	"	0,219	1,016	0,797	16,3	

1. Lastspiel  $E_{e1}$  - Belastung  
 $E_{e1}$  - Entlastung

10. Lastspiel  $E_{e10}$  - Belastung  
 $E_{e10}$  - Entlastung

$F_m = 864 \text{ kN}$

111

Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis  $F_u = 10 \text{ kN}$ , Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_0 = \frac{F_{\text{Bruch}}}{3 \cdot A}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $V_0 = 0,5 \text{ N/mm}^2$  in der Sekunde
3. Entlastung mit  $V_0$  bis  $F_u$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $V_0$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_u$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_0$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_u$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u. E) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $V_0$

Antragsteller:

Sachbearbeiter:

112

Bearb.-Nr.:

Beton-Nr.:

Dr. Dieckmann

98/3903

164/84

Versuchs-Auftrag:

Thermische Dehnung 300°C

## BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	E N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

84	R344	22.10.84	26.11.85	400	299	150	11.963	2.26	852	48

Prüfung im Alter von

Prüfung bei Versuchsbeginn

Prüfung bei Versuchsdurchführung

Prüfung bei Versuchsende

Prüfung nach Angabe

(Tg)

(VB)

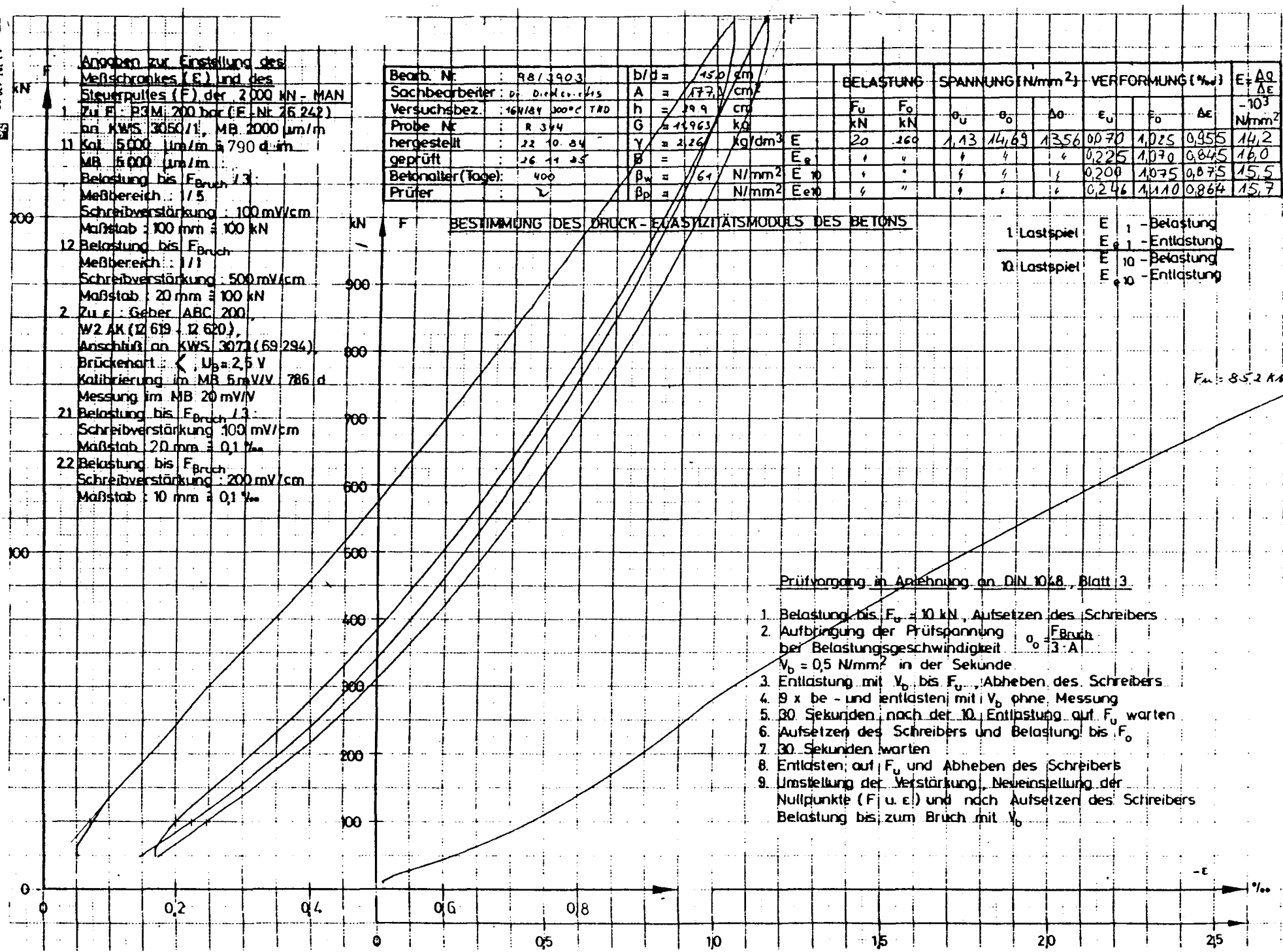
(VD)

(VE)

(Angabe eintr.)

Prüfmaschine: MAN 2000 kN

Prüfer: J



Angaben zur Einstellung des Meßschranke (E) und des Steuerpultes (F) der 2000 kN - MAN Zu F: P3M 200 bar (E: Nr. 26 242) an KWS 3050/11, MB 2000 µm/m 11 Kal. 5000 µm/m ± 790 µm/m MB 5000 µm/m Belastung bis F<sub>Bruch</sub> 13 Meßbereich: 1/5 Schreibverstärkung: 100 mV/cm Maßstab: 100 mm ± 100 kN 12 Belastung bis F<sub>Bruch</sub> Meßbereich: 1/1 Schreibverstärkung: 500 mV/cm Maßstab: 20 mm ± 100 kN 2 Zu F: Geber ABC 200, W2 AK (12 619 - 12 620), Anschluß an KWS 3072 (69 294), Brückenart: <, U<sub>B</sub> = 2,5 V Kalibrierung im MB 5 mV/V 786 d Messung im MB 20 mV/V 21 Belastung bis F<sub>Bruch</sub> 13 Schreibverstärkung 100 mV/cm Maßstab: 20 mm ± 0,1 ‰ 22 Belastung bis F<sub>Bruch</sub> Schreibverstärkung: 200 mV/cm Maßstab: 10 mm ± 0,1 ‰

Bearb. Nr.	98/3903	b/d =	45,0 cm
Sachbearbeiter	D. D. M. G. 15	A =	177,8 cm <sup>2</sup>
Versuchsbez.	16/184 300°C TND	h =	29,9 cm
Probe Nr.	R 344	G =	11963 kg
hergestellt	22.10.84	γ =	2,26 kg/dm <sup>3</sup>
geprüft	26.11.85	B =	
Betonalter (Tage)	400	β <sub>w</sub> =	1,61 N/mm <sup>2</sup>
Prüfer	2	β <sub>p</sub> =	N/mm <sup>2</sup>

BELASTUNG		SPANNUNG (N/mm <sup>2</sup> )			VERFORMUNG (‰)			E = $\frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$	
	F <sub>u</sub> kN	F <sub>o</sub> kN	σ <sub>u</sub>	σ <sub>o</sub>	Δσ	ε <sub>u</sub>	ε <sub>o</sub>	Δε	-10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
E	20	160	1,13	14,69	1356	0,070	1,025	0,955	14,2
E <sub>g</sub>	"	"	"	"	"	0,225	1,070	0,845	16,0
E <sub>10</sub>	"	"	"	"	"	0,200	1,075	0,875	15,5
E <sub>ext</sub>	"	"	"	"	"	0,246	1,110	0,864	15,7

### BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1. Lastspiel	E <sub>1</sub> - Belastung
	E <sub>o1</sub> - Entlastung
10. Lastspiel	E <sub>10</sub> - Belastung
	E <sub>o10</sub> - Entlastung

### Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis F<sub>0</sub> = 10 kN, Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_0 = \frac{F_{Bruch}}{A}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $\dot{\sigma}_0 = 0,5 \text{ N/mm}^2 \text{ in der Sekunde}$
3. Entlastung mit  $\dot{\sigma}_0$  bis F<sub>0</sub>, Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $\dot{\sigma}_0$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf F<sub>0</sub> warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis F<sub>0</sub>
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf F<sub>0</sub> und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u. ε) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $\dot{\sigma}_0$

F<sub>m</sub> = 85,2 kN

Antragsteller:  
Sachbearbeiter:

Dr. Diederichs

114

Bearb.-Nr.:

98/3903

Beton-Nr.:

46/84

Versuchs-Auftrag:

THD 1200 d

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	E N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

A 348											
16/84	15.03.84	11.11.85	606		300	150	13.217	2.30	1104	62	
15.3											

80

+) Prüfung im Alter von  
Prüfung bei Versuchsbeginn  
Prüfung bei Versuchsdurchführung  
Prüfung bei Versuchsende  
Prüfung nach Angabe

(Tg)  
(VB)  
(VD)  
(VE)  
(Angabe eintr.)

Prüfmaschine: MAN 2000 kN  
Prüfer: q



Angaben zur Einstellung des Meßschrankes (E) und des Steuerpultes (F) der 2000 kN - MAN

1. Zu F: P3M 200 bar (E-Nr. 26 242) an KWS 3050/1, MB 2000  $\mu\text{m/m}$

11. Kal. 5000  $\mu\text{m/m}$  Si 790 d/lm MB 5000  $\mu\text{m/m}$

Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}/3$   
Meßbereich: 1/5  
Schreibverstärkung: 200 mV/cm  
Maßstab: 100 mm  $\approx$  200 kN

12. Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$   
Meßbereich: 1/1  
Schreibverstärkung: 500 mV/cm  
Maßstab: 20 mm  $\approx$  100 kN

2. Zu E: Geber ABC 200, W2 AK (12 619 - 12 620), Anschluß an KWS 3073 (69 294), Brückenart:  $\angle$ ,  $U_B = 2,5 \text{ V}$   
Kalibrierung im MB 5 mV/V 786 d  
Messung im MB 20 mV/V

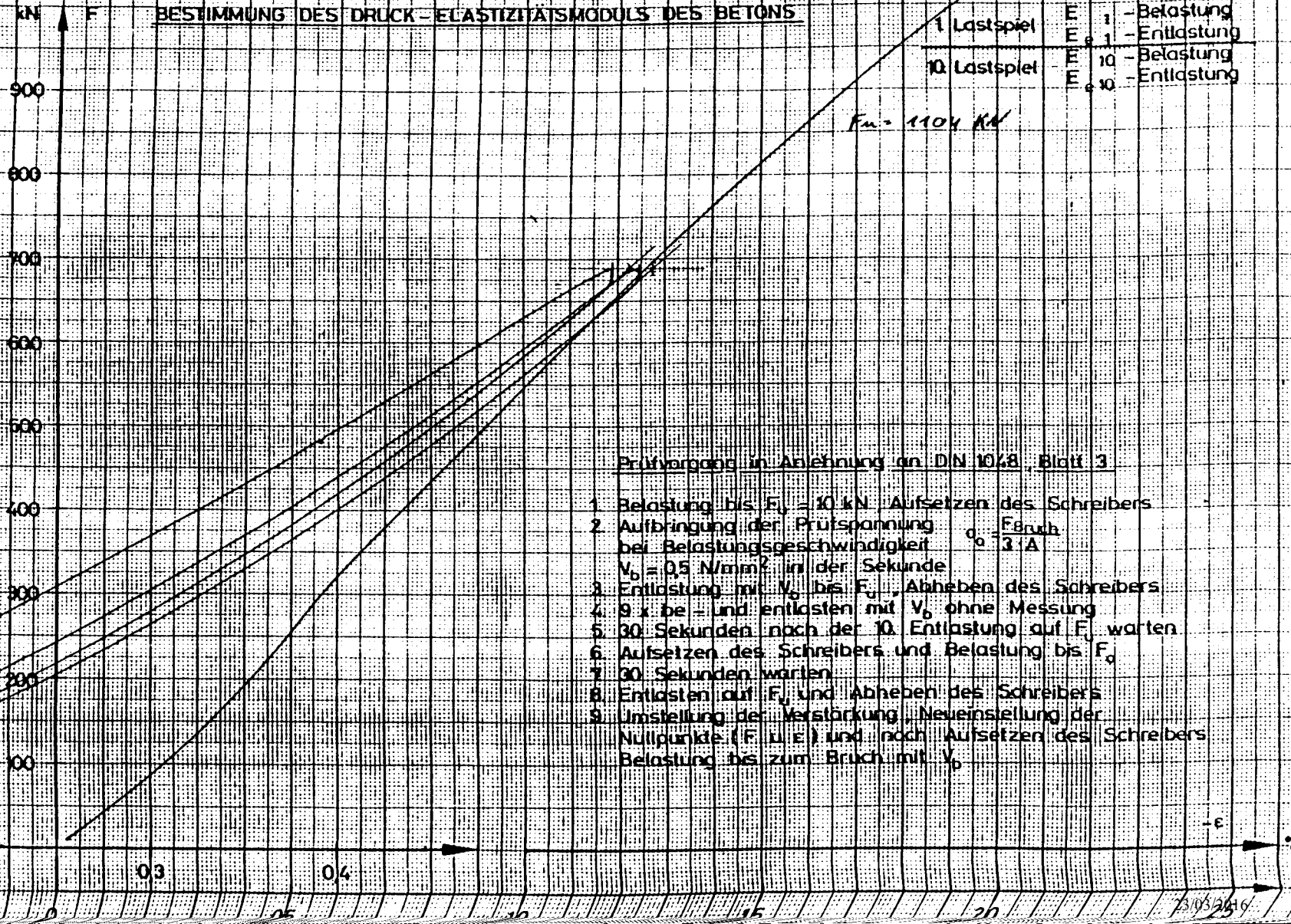
21. Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}/3$   
Schreibverstärkung: 50 mV/cm  
Maßstab: 40 mm  $\approx$  0,1 %

22. Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$   
Schreibverstärkung: 200 mV/cm  
Maßstab: 10 mm  $\approx$  0,1 %

Bearb. Nr.	98/3A03	b/d =	15/10	cm
Sachbearbeiter	D. Diederichs	A =	177,0	cm <sup>2</sup>
Versuchsbez.	UG/54 THD 120°C	h =	30,0	cm
Probe Nr.	A 348	G =	13,117	kg
hergestellt	15.03.84	$\gamma =$	2,30	kg/dm <sup>3</sup>
geprüft	11.11.85	B =		
Betonalter (Tage)	606	$\beta_w =$	60	N/mm <sup>2</sup>
Prüfer	Z	$\beta_p =$		N/mm <sup>2</sup>

BELASTUNG		SPANNUNG [N/mm <sup>2</sup> ]			VERFORMUNG [‰]			E =
$F_u$	$F_o$	$\sigma_u$	$\sigma_o$	$\Delta\sigma$	$\epsilon_u$	$\epsilon_o$	$\Delta\epsilon$	-10 N/mm <sup>2</sup>
20	270	1,13	15,25	14,12	0,027	0,547	0,520	27
"	"	"	"	"	0,080	0,536	0,456	28
"	"	"	"	"	0,075	0,562	0,487	29
"	"	"	"	"	0,090	0,569	0,479	29

# BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS



## Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis  $F_u = 10 \text{ kN}$ , Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_o = \frac{F_{\text{Bruch}}}{A}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $\dot{V}_0 = 0,5 \text{ N/mm}^2$  in der Sekunde
3. Entlastung mit  $\dot{V}_0$  bis  $F_u$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $\dot{V}_0$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_u$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_o$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_u$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neu-einstellung der Nullpunkte (F u E) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $\dot{V}_0$



tragsteller:

achbearbeiter:

116

Bearb.-Nr.:  
98/3903

Beton-Nr.:  
46/84

Versuchs-Auftrag:

Thermische Dehnung 300°C

ETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm³	Bruchlast kN	β N/mm²
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

A345 84	15.03.84	16.10.85	580			299	150	12,619	2,39	912	52

Prüfung im Alter von

Prüfung bei Versuchsbeginn

Prüfung bei Versuchsdurchführung

Prüfung bei Versuchsende

Prüfung nach Angabe

(Tg)

(VB)

(VD)

(VE)

(Angabe eintr.)

Prüfmaschine: MAN 2000KN

Prüfer:

①

A 2711-10-10

A 2711-10-10

Angeben zur Einstellung des  
Meßschreibes (E) und des  
Steuerpultes (F) der 2000 kN - MAN

Zu F: P3M 200 bar (F-Nr. 26 242)  
an KWS 3050/11, MB 2000  $\mu\text{m}/\text{m}$

1 Kal. 5000  $\mu\text{m}/\text{m}$  5844 d im  
MB 5000  $\mu\text{m}/\text{m}$

Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}/3$   
Meßbereich: 1/5

Schreibverstärkung: 200 mV/cm  
Maßstab: 100 mm  $\pm$  200 kN

12 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$   
Meßbereich: 1/1

Schreibverstärkung: 500 mV/cm  
Maßstab: 20 mm  $\pm$  300 kN

2 Zu F: Geber ABC 200  
W2 AK (12 619, 12 620)

Anschluß an KWS 3071 (69 294)  
Brückenart:  $\angle$ ,  $U_{\text{ps}} = 2,5 \text{ V}$

Kalibrierung im MB 5 mV/V 786 d  
Messung im MB 20 mV/V

21 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}/3$   
Schreibverstärkung: 100 mV/cm

Maßstab: 40 mm  $\pm$  0,2 kN

22 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$   
Schreibverstärkung: 500 mV/cm

Maßstab: 40 mm  $\pm$  1 kN

Bearb. Nr.: R813903  
Sachbearbeiter: D. Diederichs  
Versuchsbez.: 4/64 7mm Beton  
Probe Nr.: 1 345  
hergestellt: 15.03.84  
geprüft: 16.10.85  
Betonalter (Tage): 580  
Prüfer: Y

b/d = 45,0 cm  
A = 177,0  $\text{cm}^2$   
h = 29,9 cm  
G = 12,61 kg  
Y = 2,39  $\text{kg}/\text{dm}^3$   
B =  
 $\beta_w = 80 \text{ N}/\text{mm}^2$   
 $\beta_p = \text{N}/\text{mm}^2$

BELASTUNG		SPANNUNG ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )			VERFORMUNG ( $\text{‰}$ )			$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$
$F_u$	$F_o$	$\sigma_u$	$\sigma_o$	$\Delta \sigma$	$\epsilon_u$	$\epsilon_o$	$\Delta \epsilon$	$\cdot 10^3$
kN	kN							$\text{N}/\text{mm}^2$
20	330	1,13	18,64	17,51	0,060	1,420	1,360	12,9
"	"	"	"	"	0,385	1,434	1,049	16,7
"	"	"	"	"	0,378	1,485	1,107	15,8
"	"	"	"	"	0,425	1,496	1,071	16,3

## BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1 Lastspiel  $E_{1-1}$  - Belastung  
10 Lastspiel  $E_{10-10}$  - Entlastung

$F_u = 9,12 \text{ kN}$

Prüfungsgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1 Belastung bis  $F_u = 10 \text{ kN}$ , Aufsetzen des Schreibers

2 Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_u = F_u/A$

bei Beladungsgeschwindigkeit  $V_0 = 0,5 \text{ mm}/\text{s}$

3 Entlastung mit  $V_0$  bis  $F_u$ , Abheben des Schreibers

4 9 x bel. und entlasten mit  $V_0$  ohne Messung

5 30 Sek. warten nach der 10. Entlastung auf  $F_u$

6 Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_u$

7 30 Sek. warten

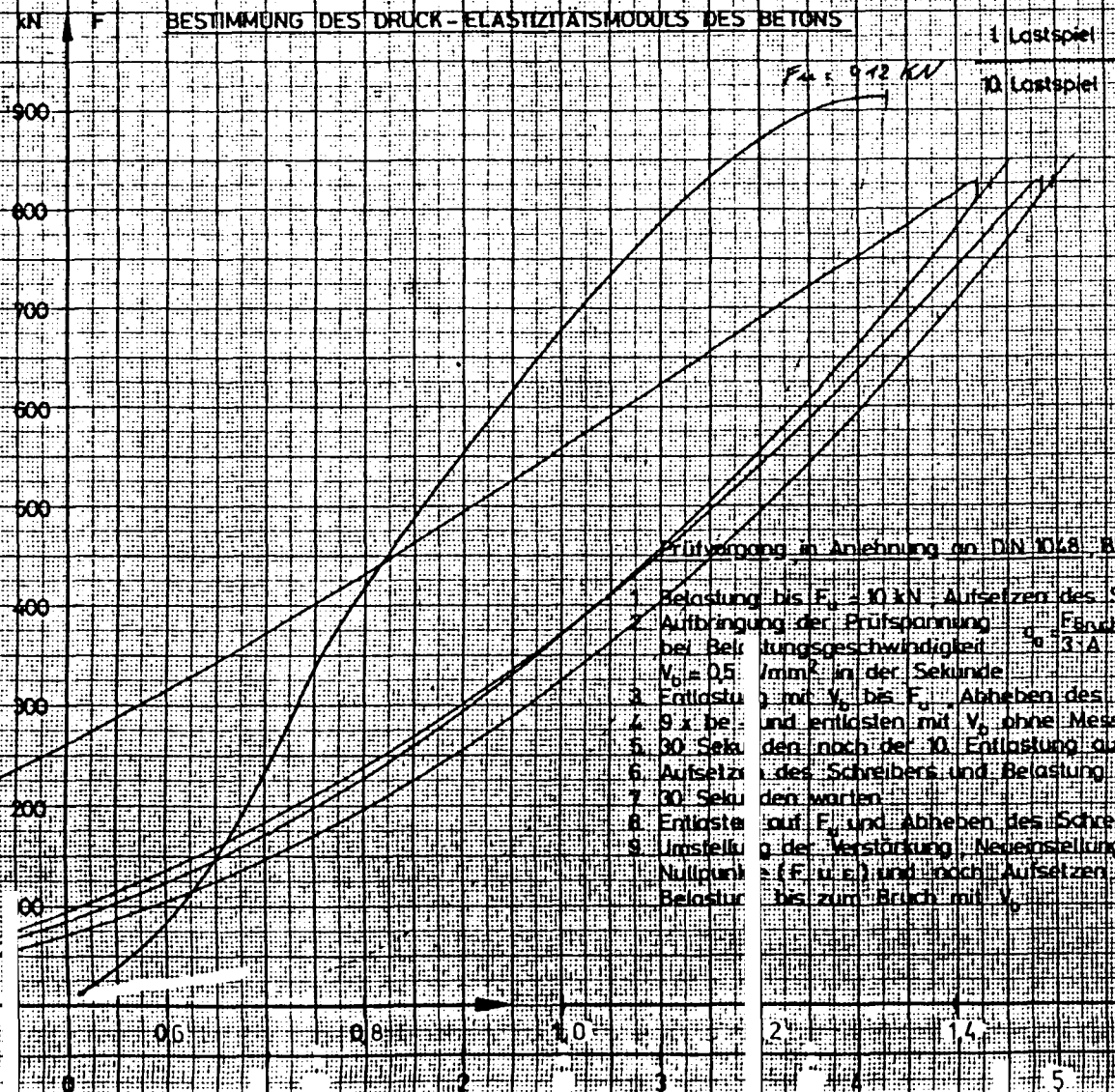
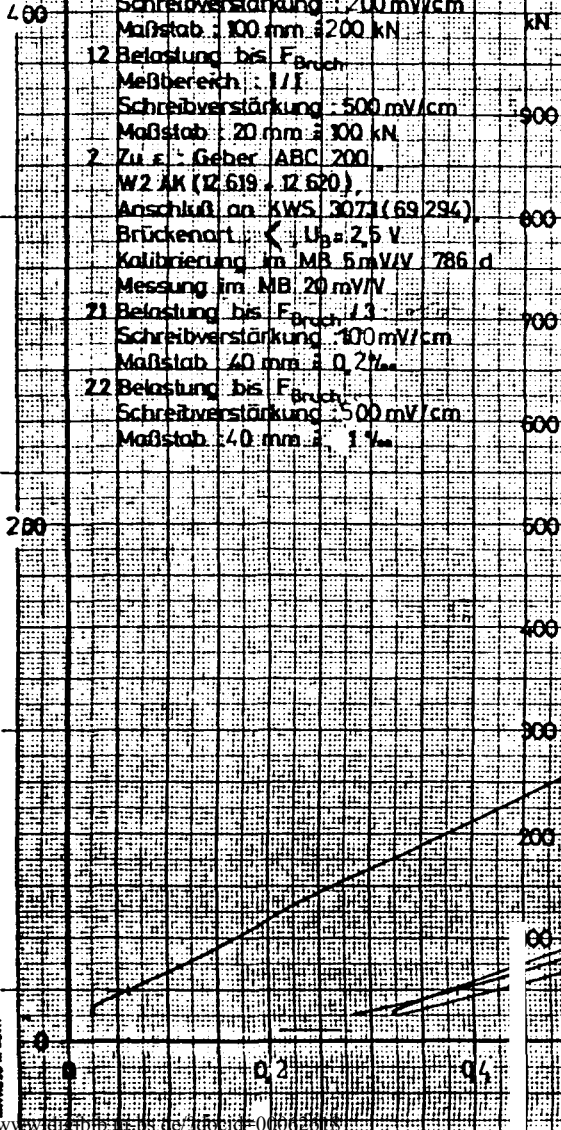
8 Entlastung auf  $F_u$  und Abheben des Schreibers

9 Umstellung der Verstärkung, Neuereinstellung des Nullpunktes

( $F_u$  u.  $\epsilon_u$ ) und nach Aufsetzen des Schreibers

Belastung bis zum Bruch mit  $V_0$

schreibers  
ing  
 $F_u$  warten  
is  $F_u$   
ers  
der  
es Schreibers



Antragsteller:

Nachbearbeiter:

Bearb.-Nr.:

Batch-Nr.:

Dr. Diederichs

118

98/3903

19/85

Versuchs-Auftrag:

THD 300 °C

## BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/cm <sup>3</sup>	Bruchlast kN	B N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

H 212											
9/85	05.02.85	03.12.85	301		299	150	12556	2,38	982	56	
THD 300 °C											

+) Prüfung im Alter von  
 Prüfung bei Versuchsbeginn  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung  
 Prüfung bei Versuchsende  
 Prüfung nach Angabe

(Tg)  
 (VB)  
 (VD)  
 (VE)  
 (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: HAN 2000 KN  
 Prüfer: ✓

Angaben zur Einstellung des Meßschrankes (E) und des Steuerpulses (F) der 2000 kN - MAN

1. Zu F: P3M 200 bar (F-Nr. 26 242)

an KWS 3050/11, MB 2000  $\mu\text{m}/\text{m}$

1.1 Kal. 5000  $\mu\text{m}/\text{m}$  790 d

MB 6000  $\mu\text{m}/\text{m}$

Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$  1/3

Meßbereich: 1/5

Schreibverstärkung: 100 mV/cm

Maßstab: 100 mm  $\pm$  100 kN

12 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$

Meßbereich: 1/1

Schreibverstärkung: 500 mV/cm

Maßstab: 20 mm  $\pm$  100 kN

2. Zu E: Geber ABC 200

W2 AK (12 619 - 12 620)

Anschluß an KWS 3071 (69 294)

Brückentart:  $\angle$   $U_B$  2,5 V

Kalibrierung im MB 5 mV/V 786 d

Messung im MB 20 mV/V

21 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$  1/3

Schreibverstärkung: 100 mV/cm

Maßstab: 40 mm  $\pm$  0,2 %

22 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$

Schreibverstärkung: 200 mV/cm

Maßstab: 10 mm  $\pm$  0,1 %

Bearb. Nr.	98/3903	b/d =	15,0	cm
Sachbearbeiter	Dr. Diederichs	A =	176,71	cm <sup>2</sup>
Versuchsbez.	17/85 TRO 3000	h =	29,9	cm
Probe Nr.	H 212	G =	12,556	kg
hergestellt	05.02.85	$\gamma$ =	2,38	kg/dm <sup>3</sup>
geprüft	03.12.85	B =		
Betonalter (Tage)	301	$\beta_w$ =	6,6	N/mm <sup>2</sup> /E <sub>10</sub>
Prüfer	K	$\beta_p$ =		N/mm <sup>2</sup> /E <sub>10</sub>

BELASTUNG		SPANNUNG [N/mm <sup>2</sup> ]			VERFORMUNG [%]			E = $\frac{\Delta\sigma}{\Delta\epsilon}$
F <sub>u</sub>	F <sub>0</sub>	$\sigma_u$	$\sigma_0$	$\Delta\sigma$	E <sub>u</sub>	E <sub>0</sub>	$\Delta\epsilon$	-10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
10	260	0,57	14,69	14,12	0,043	1,153	1,110	12,7
					0,242	1,164	0,922	15,7
					0,259	1,185	0,926	15,2
					0,283	1,198	0,915	15,4

# BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1 Lastspiel	E <sub>1</sub> - Belastung	E <sub>1</sub> - Entlastung
10 Lastspiel	E <sub>10</sub> - Belastung	E <sub>10</sub> - Entlastung

$F_u = 982 \text{ kN}$

## Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis  $F_0 = 10 \text{ kN}$ , Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_0 = \frac{F_{\text{Bruch}}}{A}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $V_0 = 0,5 \text{ N/mm}^2$  in der Sekunde
3. Entlastung mit  $V_0$  bis  $F_0$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $V_0$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_0$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_0$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_0$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u. E) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $V_0$

Antragsteller:	120	Bearb.-Nr.:	Beton-Nr.:
Sachbearbeiter:	Dr. Diederichs	98/3903	46/84

Versuchs-Auftrag: Therm D.

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	d15;h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15;h 35	
	20x20x20			d20;h 80	

Würfel: Druckfestigkeit  
Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichng.	Herstellg. am	Prüfung am <sub>+</sub> )	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruch- last kN	B N/mm
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

A 346	15.03.84	16.10.85	580		299	150	12,627	2,39	952	54
46/84										
Therm. D										

Prüfung im Alter von (Tg)  
 Prüfung bei Versuchsbeginn (VB)  
 Prüfung bei Versuchsdurchführung (VD)  
 Prüfung bei Versuchsende (VE)  
 Prüfung nach Angabe (Angabe eintr.)

Prüfmaschine: MAN 2000 kN  
 Prüfer: R

Angaben zur Einstellung des  
Meßschrankes (E) und des  
Steuerpultes (F) der 2000 kN-MAN

Zu F: P3M: 200 bar (F-Nr. 26.242)

an KWS 3050/11, MB: 2000  $\mu\text{m/m}$

11 Kal: 5000  $\mu\text{m/m}$   $\pm 844 \mu\text{m}$

MB: 5000  $\mu\text{m/m}$

Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}/3$

Meßbereich: 1/5

Schreibverstärkung: 200 mV/cm

Maßstab: 100 mm  $\pm 200$  kN

12 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$

Meßbereich: 1/1

Schreibverstärkung: 500 mV/cm

Maßstab: 20 mm  $\pm 100$  kN

2 Zu e: Geber ABC 200

W2 AK (12.619, 12.620)

Anschluß an KWS 3073 (69/294)

Brückentart:  $U_B = 2,5$  V

Kalibrierung im MB 5 mV/V 786  $\mu\text{m}$

Messung im MB 20 mV/V

21 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}/3$

Schreibverstärkung: 100 mV/cm

Maßstab: 40 mm  $\pm 0,2\%$

22 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}/2$

Schreibverstärkung: 500 mV/cm

Maßstab: 40 mm  $\pm 1\%$

Bearb. Nr. 98/5903

b/d = 150 cm

Sachbearbeiter: A. Diederichs

A = 137,0  $\text{cm}^2$

Versuchsbez.: 46/84

h = 29,9 cm

Probe Nr. A 346

G = 12,627 kg

hergestellt: 15.03.84

$\gamma = 2,39 \text{ kg/dm}^3$

geprüft: 16.10.85

B =

Betonalter (Tage): 560

$\beta_w = 80 \text{ N/mm}^2$

Prüfer: V

$\beta_p = \text{N/mm}^2$

BELASTUNG

SPANNUNG (N/mm<sup>2</sup>)

VERFORMUNG (%)

$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$

$F_u$   $F_o$

$\sigma_u$   $\sigma_o$   $\sigma_e$

$\epsilon_u$   $\epsilon_o$   $\epsilon_e$

$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$

kN kN

N/mm<sup>2</sup> N/mm<sup>2</sup> N/mm<sup>2</sup>

‰ ‰ ‰

$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$

20 330

1,13 18,66 17,51

0,880 0,005 0,925

18,9

4 4

4 4

4 4

4 4

4 4

4 4

4 4

4 4

4 4

4 4

4 4

4 4

# BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS

1. Lastspiel  $E_{s1}$  - Belastung  
 $E_{e1}$  - Entlastung  
10. Lastspiel  $E_{s10}$  - Belastung  
 $E_{e10}$  - Entlastung

Prüfvergang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis  $F_u = 10$  kN, Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_u$   $F_{\text{Bruch}}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $\sigma_u = 3$  A  
 $V_0 = 0,5 \text{ N/mm}^2$  in der Sekunde
3. Entlastung mit  $V_0$  bis  $F_u$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $V_0$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_u$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_u$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_u$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u  $\epsilon$ ) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $V_0$

zu Bel  
40 mm  $\pm 1\%$

zu Bel  
100 mm  $\pm 1\%$



Antragsteller:

Sachbearbeiter:

Bearb.-Nr.:

Beton-Nr.:

Dr. Diederichs

98/3903

164/85

Versuchs-Auftrag:

1200c

THD

BETONPRÜFUNGEN

Art, Anzahl und Abmessungen (cm) der Prüfkörper	Würfel	Prismen	Balken	Zylinder	Platten
	10x10x10	15x15x70	10x15x70	3 d15; h 30	20x20x12
	15x15x15	20x20x90	15x15x70	d15; h 35	
	20x20x20			d20; h 80	

Würfel: Druckfestigkeit

Platten: Wasserundurchlässigkeit

Bezeichnung	Herstellg. am	Prüfung am +)	Alter Tg.	Abmessungen cm				Masse kg	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Bruch- last kN	E N/mm <sup>2</sup>
				l	b	h	d				

Prismen: Druckfestigkeit - E-Modul


Balken: Biegezugfestigkeit


Zylinder: Druckfestigkeit - Spaltzugfestigkeit - E-Modul - Schwinden - Kriechen

4184 7348	22.10.84	11.11.85	385	300	150	12553	237	1120	63

Prüfung im Alter von

Prüfung bei Versuchsbeginn

Prüfung bei Versuchsdurchführung

Prüfung bei Versuchsende

Prüfung nach Angabe

(Tg)

(VB)

(VD)

(VE)

(Angabe eintr.)

Prüfmaschine: MAV 2000/11/1

Prüfer: R

Angaben zur Einstellung des Meßschranke (E) und des Steuerpulses (F) der 2000 kN - MAN

Zu F: P3M: 200 bar (F-Nr. 26 242)

an KWS 3050/1, MB 2000  $\mu\text{m/m}$

11 Kal: 5000  $\mu\text{m/m}$  790 d im MB 5000  $\mu\text{m/m}$ : Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$  13: Meßbereich: 1/5 Schreibverstärkung: 200 mV/cm Maßstab: 100 mm  $\approx$  200 kN

12 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$  Meßbereich: 1/1 Schreibverstärkung: 500 mV/cm Maßstab: 20 mm  $\approx$  100 kN

2 Zu  $\epsilon$ : Geber ABC 200, W2 AK (12 619, 12 620), Anschluß an KWS 3073 (69 294), Brückenart:  $\angle$ ,  $U_{\text{B}} = 2,5 \text{ V}$  Kalibrierung im MB 5 mV/V 786 d Messung im MB 20 mV/V

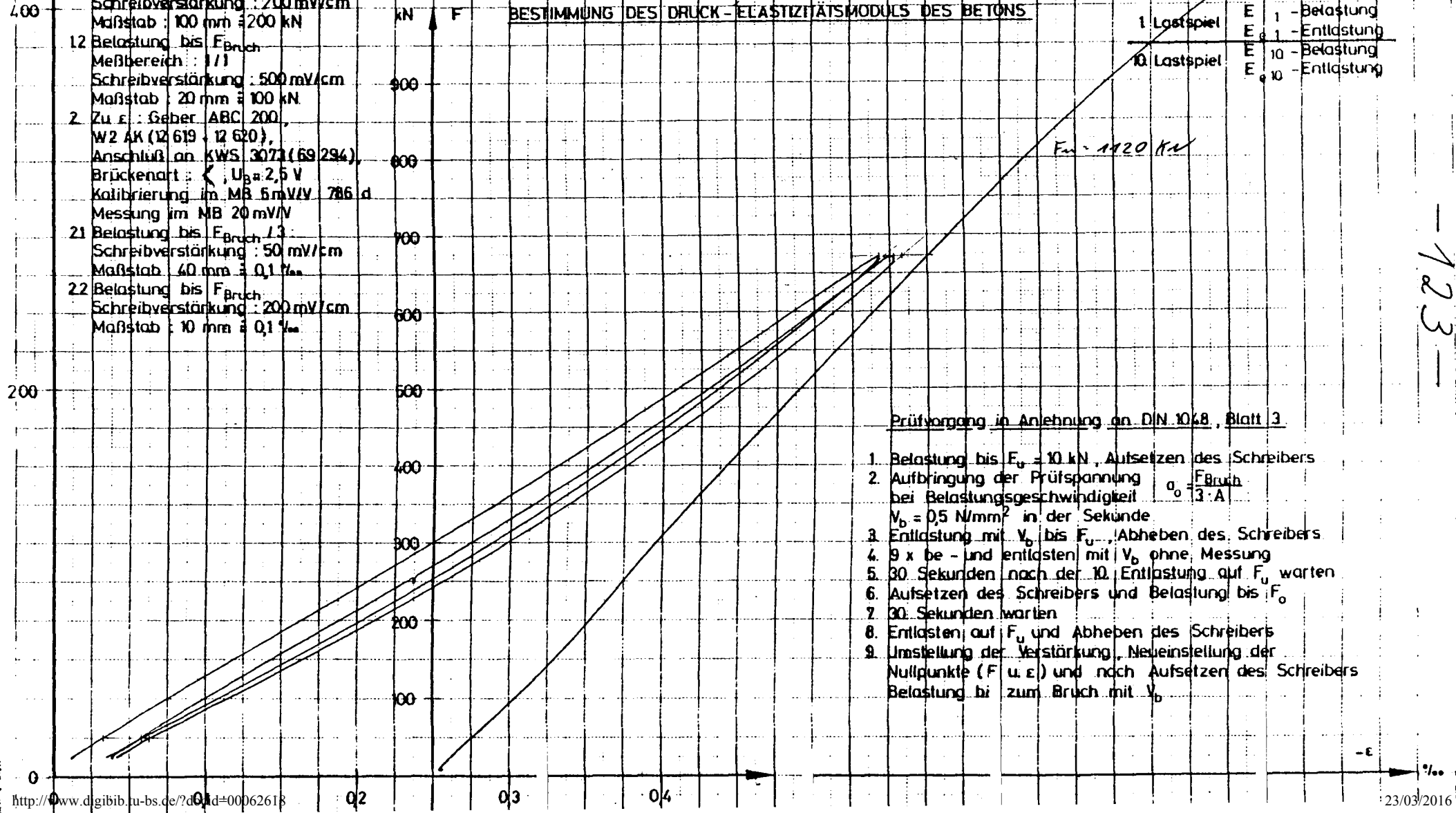
21 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$  13: Schreibverstärkung: 50 mV/cm Maßstab: 40 mm  $\approx$  0,1 %

22 Belastung bis  $F_{\text{Bruch}}$  Schreibverstärkung: 200 mV/cm Maßstab: 10 mm  $\approx$  0,1 %

Bearb. Nr.	9813903	b/d =	150 cm
Sachbearbeiter	Dr. Diederichs	A =	1177,0 cm <sup>2</sup>
Versuchsbez.	104/84 1ND 12000	h =	30,0 cm
Probe Nr.	K 348	G =	12,553 kg
hergestellt	22.10.84	Y =	2,37 kg/dm <sup>3</sup>
geprüft	11.11.85	B =	
Betonalter (Tage)	3,5	$\beta_w =$	67 N/mm <sup>2</sup>
Prüfer	9	$\beta_p =$	N/mm <sup>2</sup>

BELASTUNG		SPANNUNG (N/mm <sup>2</sup> )			VERFORMUNG (‰)			$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon}$
$F_u$	$F_o$	$\sigma_u$	$\sigma_o$	$\Delta \sigma$	$\epsilon_u$	$\epsilon_o$	$\Delta \epsilon$	$\cdot 10^3$
kN	kN							N/mm <sup>2</sup>
20	270	11,13	15,25	14,12	0,033	0,543	0,510	27,7
1	1	1	1	1	0,058	0,547	0,489	28,9
1	1	1	1	1	0,052	0,553	0,435	28,5
1	1	1	1	1	0,063	0,558	0,435	28,5

### BESTIMMUNG DES DRUCK-ELASTIZITÄTSMODULS DES BETONS



1 Lastspiel  
E<sub>01</sub> - Belastung  
E<sub>01</sub> - Entlastung  
10 Lastspiel  
E<sub>010</sub> - Belastung  
E<sub>010</sub> - Entlastung

### Prüfvorgang in Anlehnung an DIN 1048, Blatt 3

1. Belastung bis  $F_u = 10 \text{ kN}$ , Aufsetzen des Schreibers
2. Aufbringung der Prüfspannung  $\sigma_o = \frac{F_{\text{Bruch}}}{3 \cdot A}$  bei Belastungsgeschwindigkeit  $\dot{\sigma}_o = 0,5 \text{ N/mm}^2$  in der Sekunde
3. Entlastung mit  $\dot{\sigma}_o$  bis  $F_u$ , Abheben des Schreibers
4. 9 x be- und entlasten mit  $\dot{\sigma}_o$  ohne Messung
5. 30 Sekunden nach der 10. Entlastung auf  $F_u$  warten
6. Aufsetzen des Schreibers und Belastung bis  $F_o$
7. 30 Sekunden warten
8. Entlasten auf  $F_u$  und Abheben des Schreibers
9. Umstellung der Verstärkung, Neueinstellung der Nullpunkte (F u  $\epsilon$ ) und nach Aufsetzen des Schreibers Belastung bis zum Bruch mit  $\dot{\sigma}_o$

-123-